

**DANIEL DA SILVA GONÇALVES**

**ESTUDO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA RIBEIRA DE PRINCIPAL**

**“Trabalho Científico apresentado ao Instituto Superior de Educação para obtenção do grau de Licenciatura em Geologia, sob a orientação do Engenheiro António Advino Sabino.**

**DANIEL DA SILVA GONÇALVES**

**ESTUDO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NA RIBEIRA DE PRINCIPAL**

**“Trabalho científico apresentado ao Instituto Superior de Educação, aprovado pelos membros do júri e homologado pelo Concelho Científico, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciatura em Geologia.**

**O Júri**

---

---

---

**Praia, aos \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006**

# DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado, de forma muito especial, à toda a minha Família e particularmente aos meus Pais: **Arnaldo da Silva Gonçalves e Maria Aponina Cardoso.**

**Eu Vos Amo!!!**

## AGRADECIMENTOS

O trabalho que ora se apresenta teve a colaboração directa e/ou indirecta de muitas pessoas, sem as quais tal não seria possível, por isso reservo-as esta página de agradecimentos:

Ao meu orientador, **Engenheiro, António Advino Sabino**, pelo contributo prestado, tempo disponibilizado e pela excelente orientação e coordenação dos trabalhos.

À **Dra. Sónia Silva Vitória**, pelo serviço prestado como coordenadora do curso de Geologia, dando o seu máximo, resolvendo os problemas, para o sucesso do mesmo.

A **todos os professores** que, durante esses quatro anos do curso, contribuíram para a minha formação e para a garantia de um futuro próspero.

Aos meus amigos pela força e motivação que me têm proporcionado.

Aos meus colegas que ao longo dessa caminhada sempre estivemos juntos, mostrando o espírito de amizade e camaradagem, nomeadamente: **Anabela Varela, Arlindo Furtado, Bila de Jesus Santos, Celestino Barbosa Afonso, Jeremias Cabral, Mário Adérito Moniz, Manuel de Jesus Barreto e Sandra Helena Moniz**, pela amizade e acompanhamento ao longo desse percurso;

A todos os meus colegas do **Ramo Educacional** que, embora não tivemos a oportunidade de estar juntos até ao final, continuamos a ser sempre a mesma turma.

Agradeço acima de tudo a Deus, o todo Poderoso, para que haja sempre uma luz no caminho daqueles que lutam pelo bem!
--

## **Introdução**

### **Capítulo I – Breves considerações sobre o enquadramento do Arquipélago de C. Verd..**

<b>1.1. Constituição do Arquipélago .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Geomorfologia .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3. Clima.....</b>	<b>13</b>
<b>1.4. Localização Geográfica e Enquadramento Tectónico.....</b>	<b>14</b>

### **Capítulo II - Enquadramento da ilha de Santiago .....18**

<b>2.1. Localização Geográfica, Divisão Administrativa e População .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. Aspectos Climáticos.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3. Aspectos Geomorfológicos .....</b>	<b>25</b>
2.3.1. As Grandes Unidades Geomorfológicas da Ilha de Santiago .....	26
2.3.2. Caracterização das Grandes Unidades Geomorfológicas .....	28
<b>2.4. Aspectos Geológicos .....</b>	<b>33</b>
2.4.1. Características gerais .....	33
2.4.2. Sequência Vulcano – Estratigráfica.....	35
<b>2.5. Aspectos Hidrogeológicos.....</b>	<b>38</b>
2.5.1. Características gerais .....	38
<b>2.5.2. As Unidades Hidrogeológicas.....</b>	<b>40</b>

### **Capítulo III - Enquadramento do Concelho de São Miguel .....42**

<b>3.1. Localização Geográfica e População .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2. Aspectos Climatológicos.....</b>	<b>44</b>
3.2.1. Aspectos Microclimáticos da Ribeira de Principal .....	45
<b>3.3. Aspectos Geomorfológicos .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4. Aspectos Geológicos .....</b>	<b>47</b>
<b>3.5. Aspectos Hidrogeológicos.....</b>	<b>50</b>

### **Capítulo IV - Características da bacia hidrográfica de Principal .....52**

<b>4.1. Os Elementos Climáticos.....</b>	<b>53</b>
--	-----------

4.1.1. As Precipitações Médias Mensais e Máximas Anuais .....	53
4.1.2. A Temperatura do Ar .....	53
4.1.3. O Vento .....	53
4.1.4. A Humidade Atmosférica .....	54
4.1.5. A Insolação.....	54
<b>4.2. Localização e Características Geométricas da Ribeira de Principal.....</b>	<b>55</b>
4.2.1. A Área de Drenagem da Bacia Hidrográfica .....	56
4.2.2. Índice de Compacidade.....	57
4.2.3. Factor de Forma da Bacia Hidrográfica.....	57
<b>4.3. O Sistema de Drenagem.....</b>	<b>58</b>
4.3.1. A Ordem dos Cursos de Água.....	58
4.3.2. A Densidade de Drenagem .....	59
4.3.3. O Percurso Médio do Escoamento Superficial. ....	59
<b>5.1. Introdução .....</b>	<b>61</b>
<b>5.2. Hidrologia Superficial.....</b>	<b>62</b>
<b>5.3. Geologia e Hidrologia Subterrânea .....</b>	<b>62</b>
<b>5.4. O Inventário das Nascentes da Ribeira de Principal .....</b>	<b>63</b>
<b>5.5. A Exploração e Gestão das Nascentes da Ribeira de Principal .....</b>	<b>66</b>
5.5.1. A Quantidade de Água Disponível.....	67
5.5.2. A Utilização da Água.....	67
5.5.2.1. Abastecimento Doméstico e Público .....	67
5.5.2.2. A Utilização Agrícola da Água .....	68
5.5.3. A Qualidade da Água.....	68
5.5.3.1. Impacto da Qualidade da Água sobre a Saúde .....	70
<b>5.6. Cheias e Inundações e Suas Consequências .....</b>	<b>70</b>
<b>5.7. Trabalhos de Protecção do Solo e Retenção das Águas Superficiais.....</b>	<b>71</b>
5.7.1. Obras Para a Captação das Águas Superficiais .....	73
5.7.2. Obras Para a Conservação das Águas e do Solo .....	75
5.7.3. Classificação dos Solos.....	78
5.7.3.1. A Vocação dos Solos .....	79
5.7.2. A Exploração Agrícola e os Impactes Ambientais.....	80
5.7.3. Necessidade da Implementação de uma Barragem na Ribeira de Principal .....	82
<b>Conclusões.....</b>	<b>85</b>

<b>Recomendações .....</b>	<b>86</b>
----------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>87</b>
---------------------------	-----------

## **ANEXOS**

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura.1. – Mapa de Distribuição das ilhas nos três pedestais. ....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 2. representa as limitações dos Concelhos da Ilha de Santiago .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3. – Principais Bacias Hidrogeológicas da Ilha de Santiago. ....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 4 – As grandes unidades geomorfológicas da Ilha de Santiago. ....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 5. As principais formações geológicas existentes na ilha de Santiago.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 6. – Mapa da Rede Hidrográfica da Ilha de Santiago.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 7 – Unidades Hidrogeológicas.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura8 – Zona da Ribeira de Principal susceptível à ocorrência de cheias.....</b>	<b>62</b>
Figura 9 – Nascente da ribeira de principal;.....	64
Figura 10 – Canais utilizados para o transporte das águas superficiais;.....	73
Figura 11. – Pequeno reservatório para a captação da água de uma nascente .....	74
Figura 12 – Murretes como obras de protecção das vertentes.....	77
Figura 13 – Diques como obras de correcção torrencial .....	77
<b>Figura 14. – Zona cujas características favorecem à construção de uma barragem.....</b>	<b>83</b>

•  
**ÍNDICE DE QUADROS**

Quadro 1. As características físicas das ilhas

Quadro 2 – Divisão administrativa, área e população da ilha de Santiago

Quadro 3 – Volume total das precipitações nas principais bacias hidrográficas

Quadro 4 – As principais zonas climáticas de Santiago

Quadro 5 – As bacias hidrográficas das achadas meridionais

Quadro 6 – As bacias hidrográficas do flanco oriental

Quadro 7 – As bacias hidrográficas do maciço da malagueta

Quadro 8 – As bacias hidrográficas do Tarrafal

Quadro 9 – As bacias hidrográficas do flanco ocidental

Quadro 10 – Sequência estratigráfica da ilha de Santiago

Quadro 11 – Distribuição da população nas principais zonas de São Miguel

Quadro 12 – As principais elevações do Concelho de São Miguel

Quadro 13 – As principais características geométricas das sub-bacias de principal

Quadro 14 – A hierarquia fluvial das sub-bacias de principal

Quadro 15 – As principais nascentes da ribeira de Principal;

Quadro 16 – Algumas características dos reservatórios de Principal.

Quadro 17 – Classificação dos solos segundo Faria (1970) e a sua correspondência com o sistema dos E.U.A. e o sistema da FAO /UNESCO.

Quadro 18 – Diferentes formas de ocupação dos solos e a sua vulnerabilidade a erosão.



## **Objectivos do Trabalho**

### Geral:

- ☞ Conhecer os aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos e climáticos da Ribeira de Principal e a sua relação com os recursos hídricos superficiais.

### Específicos:

- ⊗ Identificar as potencialidades hídricas da ribeira de Principal, Principalmente as águas superficiais;
- ⊗ Avaliar a exploração e gestão dos recursos hídricos na Ribeira de Principal;
- ⊗ Caracterizar os aspectos climáticos do concelho de São Miguel e Microclimáticos da Ribeira de Principal;
- ⊗ Relacionar os aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos e climáticos com os recursos hídricos da Ribeira de Principal;
- ⊗ Aumentar a captação e/ou infiltração das águas superficiais, contribuindo assim para a ressurgência de algumas nascentes.

## **Introdução**

No âmbito da exigência do ISE, em cumprimento do regulamento, para a obtenção do grau de licenciatura em geologia – Ramo científico, se apresenta este trabalho, que tem por finalidade a apresentação prática de alguns dados relacionados com as águas superficiais na Ribeira de Principal e contribuir de alguma forma para o desenvolvimento do Concelho de São Miguel e da Ribeira de Principal em particular.

Assim como todas as localidades de Cabo Verde e de S. Miguel em particular, na Ribeira de Principal as águas superficiais se originam nas precipitações, em que a maior parte não é aproveitada, pois estas se perdem para o mar. Deste modo, torna-se uma necessidade premente de se construir dispositivos de retenção das águas superficiais de forma a diminuir o escoamento superficial, aumentar a infiltração e consequentemente a alimentação dos aquíferos.

A Ribeira de Principal, devido à sua localização geográfica e às suas características geomorfológicas e microclimáticas apresenta uma média de precipitação superior às outras zonas do Concelho. Essas características fazem com que a Ribeira de Principal seja uma zona potencialmente agrícola, daí que há uma necessidade de se fazer um estudo aprofundado sobre os recursos hídricos existentes e a forma mais racional de os aproveitar, visto que a prática da agricultura constitui um recurso indispensável na vida económica dos habitantes dessa localidade.

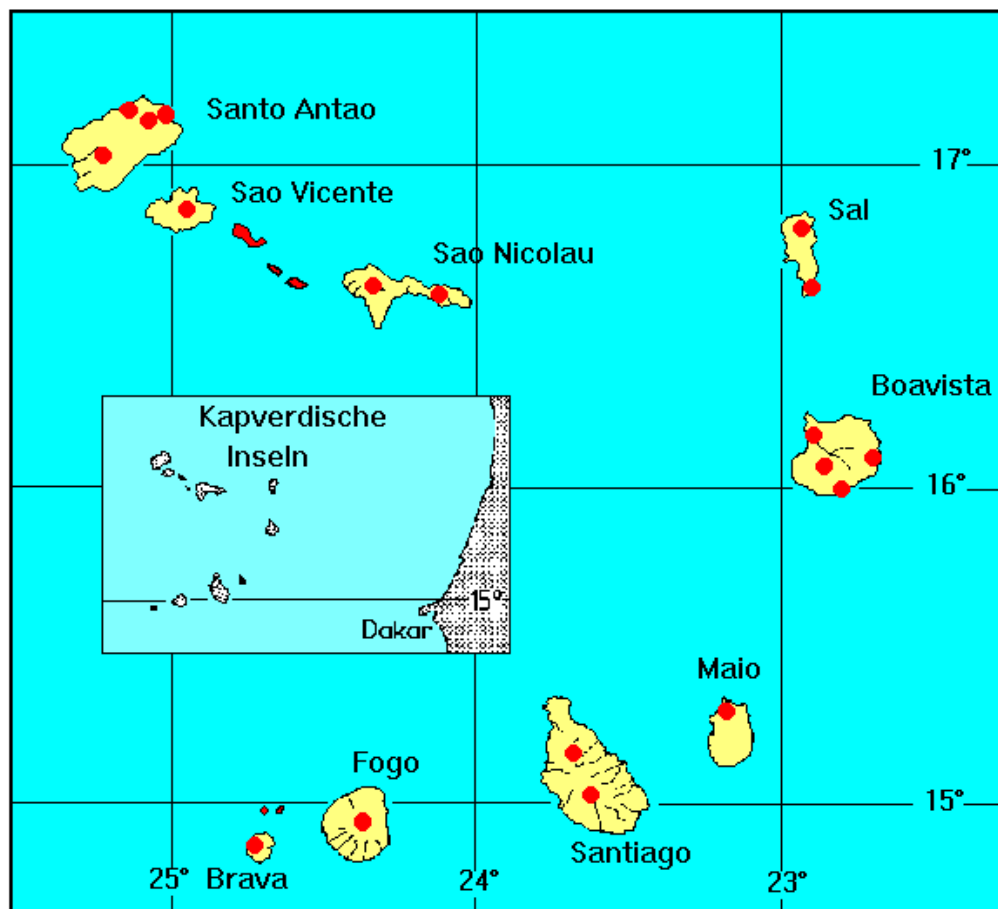
O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos:

- ◆ O primeiro capítulo, faz referência a algumas considerações sobre o enquadramento do Arquipélago de Cabo Verde, com destaque para a sua constituição, geomorfologia, clima, localização geográfica e enquadramento tectónico.
- ◆ O segundo capítulo, faz o enquadramento da ilha de Santiago, realçando alguns aspectos como a localização geográfica, divisão administrativa, clima, geomorfologia, geologia e hidrogeologia.

- ◆ O terceiro capítulo, refere ao enquadramento do Concelho de São Miguel, relevando alguns aspectos como a localização geográfica, população, clima, geomorfologia, geologia e hidrogeologia, que são aspectos de grande importância para a compreensão do tema em estudo.
- ◆ O quarto capítulo, apresenta as principais características da Ribeira de Principal, indicando os Principais elementos climáticos, as características geométricas e o sistema de drenagem da bacia hidrográfica.
- ◆ O quinto capítulo aborda o estudo das águas superficiais na Ribeira de Principal, destacando a sua ligação com os recursos hídricos subterrâneos, quantidade e qualidade de água, cheias e inundações, protecção dos solos e das vertentes, exploração agrícola e a necessidade de implementação de uma barragem na Ribeira de principal.

# CAPÍTULO I

## BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE



## O ENQUADRAMENTO DE CABO VERDE

### 1.1. Constituição do Arquipélago

As Ilhas de Cabo Verde são todas de origem vulcânica, originando de erupções submarinas que se erguem de uma profundidade da ordem de 3000 metros. A maior parte das Ilhas é marcada por emissões de escoadas e de materiais piroclásticos (escórias, lapilli, ou bagacina e cinzas) subaéreos, predominantemente basálticos.

O arquipélago é constituído por dez Ilhas e treze Ilhéus que se erguem do fundo marinho e se distribuem em três pedestais bem distintos:

- A norte, compreende as Ilhas de Santo Antão, São Vicente, São Nicolau e Santa Luzia e os Ilhéus Boi, Pássaros, Branco e Raso.
- A leste e a Sul, ficam as Ilhas do Sal, Boavista, Maio e Santiago e os Ilhéus Rabo de Junco, Curral de Dadó, Fragata, Chano, Baluarte e Santa Maria.
- A oeste compreende as ilhas do Fogo e da Brava e os ilhéus Grande, Luís Carneiro e de Cima.

### 1.2. Geomorfologia

O relevo do arquipélago é bastante acidentado, sendo que os pontos culminantes atingem respectivamente 2.829 metros na ilha do Fogo, 1.979 metros em Santo Antão, 1.392 metros em Santiago e 1.340 metros em São Nicolau. Dos efeitos principalmente da erosão hídrica resultam picos com formas de ruínas e grandes vales profundos que se prolongam até ao mar. Contrariamente, as ilhas orientais – Sal, Boa Vista e Maio apresentam planuras extensas, devido ao intenso trabalho da erosão.

### 1.3. Clima

Cabo Verde encontra-se situado numa vasta zona de clima árido e semi-árido do continente Africano, que começa no atlântico oriental e se prolonga até o mar vermelho. Os ventos dominantes, os alísios, sopram do nordeste, com uma velocidade média que varia entre 5 m/s e 10 m/s. Cabo Verde tem cerca de 3.000 horas de sol por ano.

Devido aos efeitos da altitude e à envolvimento do ambiente oceânico, as temperaturas médias anuais são moderadas (25 graus) e a humidade relativa do ar ronda os 60-85%.

As precipitações médias rondam os 200 mm/ano. A sua distribuição espacial e temporal são fundamentalmente determinados pela oscilação da frente inter tropical – **FTT**.

O clima de Cabo Verde é fortemente influenciado pelo relevo, apresentando microclimas que se associam a presença de três tipos de correntes de ar:

- Os alísios do nordeste, que sopram durante a maior parte do ano, caracterizados por trazer uma certa frescura.
- Uma corrente de ar quente e seca, com origem no deserto do Sahara, é responsável pela grande secura e pelas poeiras em suspensão transportadas do continente Africano.
- Uma corrente de ar quente e húmida que sopra de S e SW no fim do verão, e que marca o período das chuvas.

#### **1.4. Localização Geográfica e Enquadramento Tectónico**

O Arquipélago de Cabo Verde fica localizado na parte oriental do atlântico norte, a cerca de 450 km da costa ocidental africana e a 1400 km a SSW das Canárias, limitado pelos paralelos 17° 13' (ponta Cais os fortes – Ilha de Santo Antão) e 14°48' (ponta de Nhó Martinho – na ilha Brava) de latitude Norte e pelos meridianos de 22°42' (Ilhéu Baluarte – Ilha da Boa Vista) e 25°22' (ponta Chã de Mangrado – Ilha de Santo Antão) de longitude Oeste de Greenwich.

Do ponto de vista do enquadramento tectónico o arquipélago de Cabo Verde situa – se numa posição intra placa, isto é, no interior da plataforma continental africana, ao contrário do arquipélago dos Açores que se localiza numa posição inter placa, ou seja, associado às fronteiras tectónicas entre as placas da Eurásia, África e América.

Presume-se que, de acordo com as características do fundo oceânico, as Ilhas de Cabo Verde teriam surgido a partir de erupções submarinas do tipo hot spot, de acordo com alguns autores.

O arquipélago de Cabo Verde fica situado a cerca de 2000 km a leste do actual rift da crista média do atlântico e a Oeste da zona de quietude magnética (quite zone), entre as isócronas de 120 e 140 M.A., segundo Vacquier (1972), e as isócronas dos 107 e 153 M.A. segundo Haynes & Rabinowitz (1975), argumentos utilizados para se considerar que as Ilhas teriam sido geradas em ambiente oceânico.

O arquipélago de Cabo Verde fica situado numa região elevada do actual fundo oceânico, que faz parte da “Crista de Cabo Verde” (“Cape Verde Rise”), e que na vizinhança das ilhas corresponde a um domo com cerca de 400 quilómetros de largura (Lancelot et al., 1977).

A figura 1. da página seguinte representa a distribuição das ilhas nos três pedestais, de acordo com os trabalhos de Bacelar Bebiano (1932).





**Quadro 1. – Características físicas das ilhas e o respectivo valor da pluviometria em milímetros por ano.**

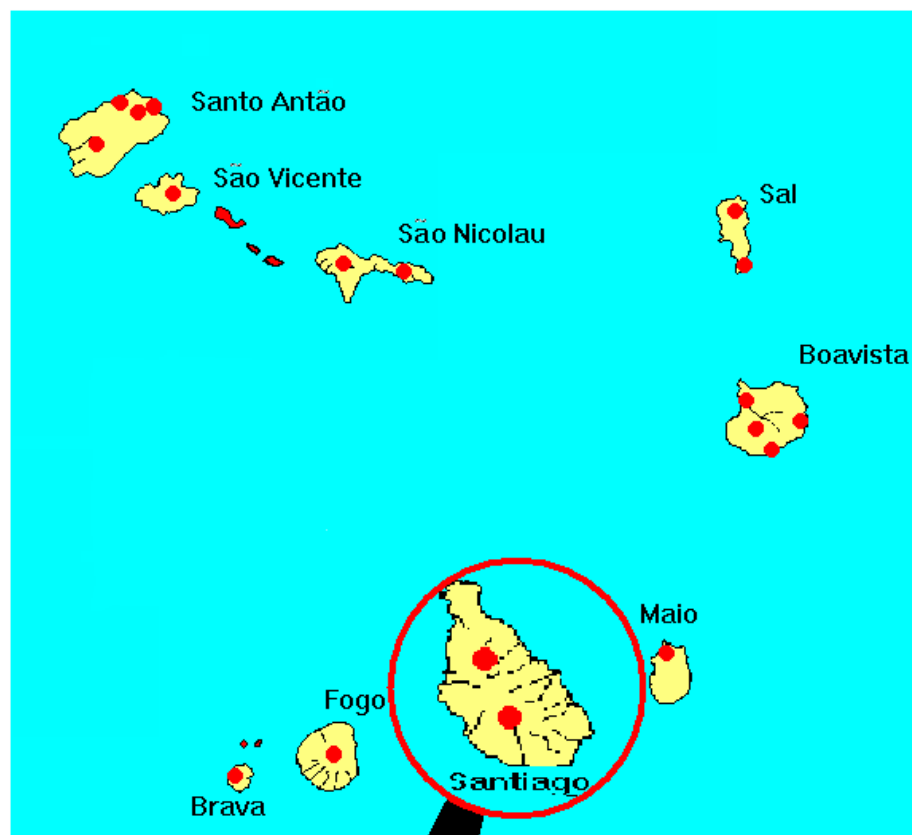
Ilha	Superfície		Altitude (m)	Pluviometria mm/ano	Terra arável	
	Km <sup>2</sup>	%			ha	%
Santo Antão	785	19,3	1979	237	8.800	21,4
São Vicente	230	5,6	750	93	450	1,1
São Nicolau	347	8,5	1312	142	2.000	4,9
Sal	221	5,4	406	60	220	0,5
Boa Vista	628	15,4	387	68	500	1,2
Maio	275	6,8	437	150	660	1,6
Santiago	1.007	24,7	1.394	321	21.500	52,3
Fogo	470	11,5	2.829	495	5.900	14,4
Brava	63	1,5	976	268	1.060	12,6
Santa Luzia	46	1,1	.....	.....	.....	.....
Cabo Verde	4.033	100,0	.....	230	41.090	100,0

**Fonte:** Schéma Directeur pour la mise en valeur des ressources en eau (1993 – 2005)

Volume 1, Chapitre 1, pg. 1.1.

# CAPÍTULO II

## ENQUADRAMENTO DA



## ILHA DE SANTIAGO

## 2.1. Localização Geográfica, Divisão Administrativa e População<sup>1</sup>

Santiago, assim como todas as ilhas do arquipélago de Cabo Verde, se eleva de um soco submarino, em forma de ferradura, situado a uma profundidade de cerca de 3000 metros, localizando-se no pedestal de que fazem parte as ilhas orientais. (B. Bebian 1932).

A ilha de Santiago fica situada na parte sul do arquipélago e integra o grupo das ilhas do sotavento juntamente com as ilhas do Maio, Fogo e Brava.

É a maior das ilhas que compõem o arquipélago de Cabo Verde, com uma área emersa de 991km<sup>2</sup> e 970km de perímetro.

O seu ponto mais alto é o maciço montanhoso de Pico d'Antónia com 1392 metros de altitude.

A ilha de Santiago é limitada pelos paralelos 15°20' e 14°50' de latitude Norte e os meridianos 23°50' e 23°20' de longitude a Oeste do meridiano de Greenwich.

Tem um comprimento máximo de 54,9km entre a ponta moreia, a Norte, e a ponta mulher branca, a Sul, e a largura máxima de 29km entre a ponta janela, a Oeste, e ponta praia baixo, a Leste.

A Ilha apresenta uma forma ovóide e adelgada na direcção Norte – Sul, principalmente na parte Norte da ilha.

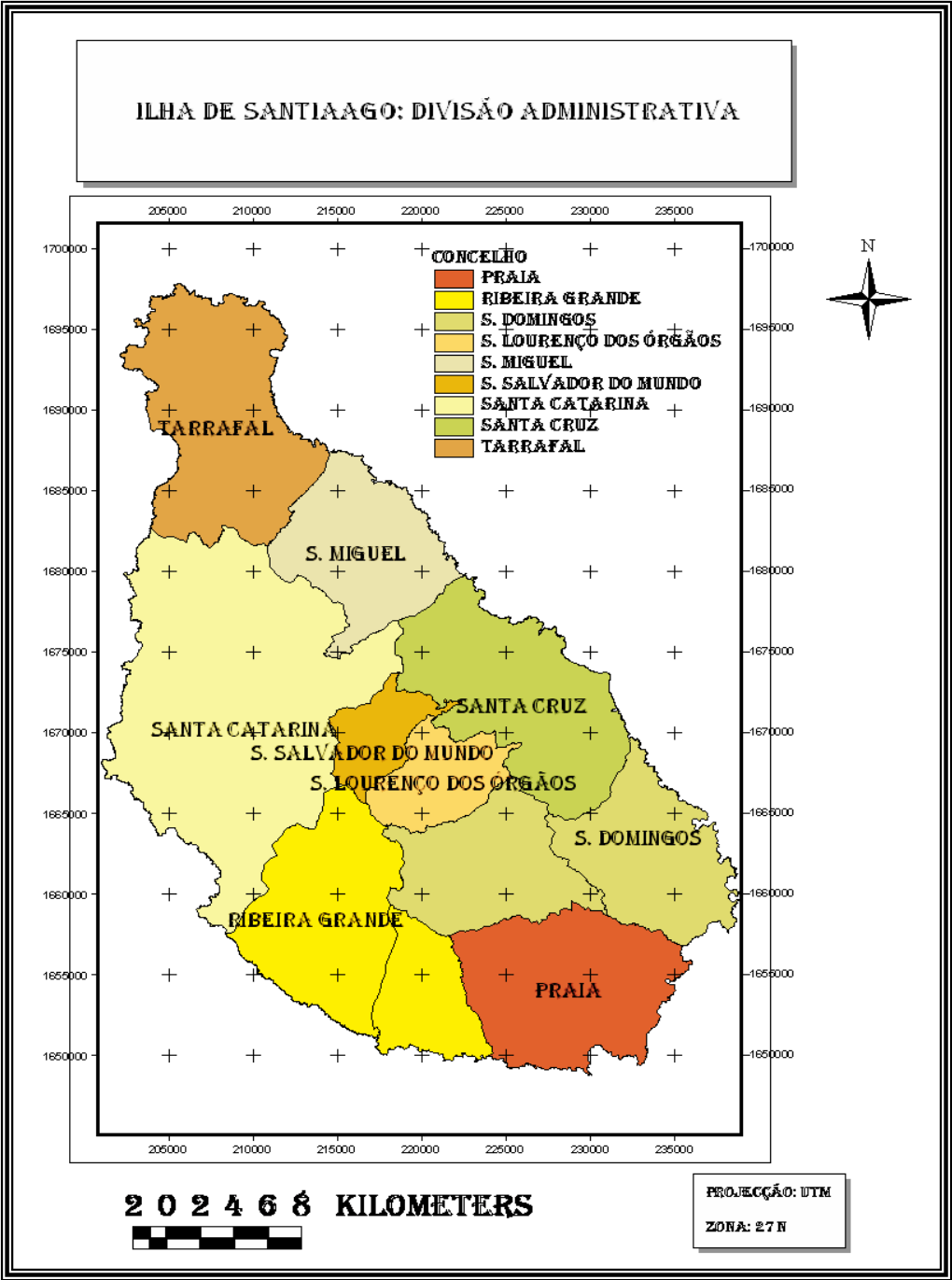
Administrativamente a ilha de Santiago é constituída por nove (9) Concelhos e onze (11) freguesias, onde se distribuem cerca de 234.940 habitantes.

A Cidade da Praia é a capital do País, onde se concentra uma boa parte da população Cabo-verdiana.

---

<sup>1</sup> **MOTA GOMES**, Alberto e Colaboradores, Abastecimento em Água à população de São Miguel

A figura 2. representa as limitações dos Concelhos da Ilha de Santiago



**Quadro 2.** – Concelhos e Freguesias da ilha de Santiago, respectivas áreas e a distribuição da população por sexo.

Concelhos	Área superficial (Km²)	Freguesias	N.º populacional			Total
			Ambos os sexos	Masculino	Feminino	
Tarrafal	112,4	Santo Amaro de Abade	17784	7904	9880	17784
Santa Catarina	214,2	Santa Catarina	40657	18415	22242	40657
São Miguel	90,7	São Miguel Arcanjo	16104	7114	8990	16104
Santa Cruz	109,8	São Tiago Maior	25184	11861	13323	25184
São Domingos	134,5	São Nicolau Tolentino	8715	4187	4528	13305
		Nossa Senhora da Luz	4590	2214	2376	
Praia	96,8	Nossa Senhora da Graça	97305	47019	50286	97305
Ribeira Grande	164,4	São João Baptista	4730	2169	2561	7713
		Santíssimo Nome de Jesus	2983	1447	1536	
São Lourenço dos Órgãos	39,5	São Lourenço dos Órgãos	7781	3667	4114	7781
São Salvador do Mundo	28,7	São Salvador do Mundo	9172	4148	5024	9172

Fonte: INE, Cabo Verde – Recenseamento Geral de População e Habitação, Censo 2000 – Actualizado em 2005.

## 2.2. Aspectos Climáticos<sup>2</sup>

A semelhança do que acontece em todo o Arquipélago, o clima da Ilha de Santiago é do tipo tropical seco, clima árido e semi-árido, com duas estações bem distintas:

- A estação seca ou das brisas, de Dezembro a Junho. É a estação mais longa e frequentemente é afectada por ventos quentes e secos, o Harmatão, vindos do deserto do Sahara, que transportam muitas poeiras, formando densas nuvens, que reduzem a humidade do ar acentuadamente, podendo provocar prejuízos diversos.
- A estação húmida ou das águas que vai de Agosto a Outubro, é influenciada pela migração da frente inter tropical (FIT), podendo causar algumas precipitações. A estação húmida corresponde normalmente ao período mais quente do ano. Os meses de Julho e Novembro são considerados de transição, pois podem apresentar características da estação seca ou da estação húmida.

Na Ilha de Santiago a temperatura média mensal ronda os 25°C e as amplitudes térmicas são baixas, uma vez que a temperatura é praticamente uniforme durante todo o ano. A precipitação tem sido bastante irregular, principalmente nos últimos anos, contudo a humidade relativa do ar é bastante elevada.

O principal factor de diferenciação climática em Cabo Verde é a altitude. A influência do relevo e a sua exposição aos ventos dominantes faz com que haja uma grande variedade climática regional:

- Clima árido no litoral;
- Clima húmido e com boa cobertura vegetal nas partes mais altas;
- Maior precipitação na vertente oriental;

---

<sup>2</sup> AMARAL, Ilídio, Santiago de Cabo Verde, A Terra e os Homens, Lisboa, 1964

- Escassez de humidade na vertente ocidental.

A figura 3. – Principais Bacias Hidrogeológicas da Ilha de Santiago.



Fonte: A. Mota Gomes & A. Lobo de Pina.

Pode-se ainda identificar a presença de micro climas em algumas ribeiras como:

Principal, Boa Entrada e Picos.



O quadro 3. mostra que a pluviosidade aumenta proporcionalmente à altitude. Enquanto que nas áreas montanhosas centrais registam 400 a 700 mm/ano, nas áreas mais baixas registam-se apenas 100 a 200 mm/ ano.

**Quadro 3. – Volume total da precipitação anual em cada uma das bacias hidrográficas.**

Bacias Hidrográficas	Volume total pluviométrico	Pluviosidade média
Bacia de Tarrafal (188Km <sup>2</sup> )	55,97 milhões de m <sup>3</sup>	270mm
Bacia de Santa Cruz (355km <sup>2</sup> )	144,97 milhões de m <sup>3</sup>	330mm
Bacia de Santa Catarina (128km <sup>2</sup> )	33,20 milhões de m <sup>3</sup>	260mm
Bacia de São João Baptista (155km <sup>2</sup> )	28,48 milhões de m <sup>3</sup>	180mm
Bacia da Praia (179km <sup>2</sup> )	38,20 milhões de m <sup>3</sup>	210mm

**Fonte:** Estudo sobre o desenvolvimento da água subterrânea na ilha de Santiago, Relatório Final, Vol. I Sumário, Setembro de 1999, AJCI/INGHR.

Tendo em consideração o regime térmico, o clima da Ilha de Santiago subdivide-se em:

-  Clima litoral (Praia, Achada Baleia, São Tomé e Tarrafal)
-  Clima de altitude (Santa Catarina, Pico d'Antónia e Serra da Malagueta).



### Clima de vertente (Porto Mosquito e Pico Leão)

O clima de Santiago é também condicionado pela sua geomorfologia. Em consequência da altitude, nota-se, que à medida que se desloca para o interior da Ilha, o clima do tipo árido da zona litoral, passa a semi-árido e, por fim, a sub-húmido, como mostra o quadro 2.3. (Ilídio Amaral – Santiago de Cabo Verde – A Terra e os Homens).

O quadro 4., a seguir representado, indica as principais zonas climáticas de Santiago tendo em conta a altitude e os valores da precipitação.

Zonas	Altitude em (m)	Precipitação em (mm)
Árida	<100	<250
Semi-árida	100-200	250-400
Sub-húmida	200-500	400-500
Húmida	>500	>500

### 2.3. Aspectos Geomorfológicos<sup>3</sup>

A Ilha de Santiago apresenta um relevo muito irregular, evidenciando elevações, vales e planuras.

A forma da Ilha se assemelha a uma pêra, adelgada na direcção Norte-Sul e um estreitamento acentuado na parte Norte, entre Chão Bom e Porto Formoso.

A altitude média da Ilha é de 278,5 metros, sendo altitude máxima de 1392 metros no Maciço Montanhoso de Pico d'Antónia.

A Sul destaca-se uma série de achadas escalonadas entre o nível do mar e os 300-500 metros de altitude.

A Oeste, o flanco do planalto de Santa Catarina é extremamente declivoso até ao mar.

---

<sup>3</sup> . MONTEIRO, M. Marques, Caracterização das Grandes Unidades Geomorfológicas da Ilha de Santiago, Centro de Estudo de Pedologia (ICT), Lisboa, 1990

A Leste, o flanco oriental inicia-se por encostas alcantiladas, mas os declives médios vão se adoçando bastante até as achadas litorais.

No Norte da Ilha, destaca-se o Tarrafal, uma extensa região de achadas, cujas altitudes variam entre 20 e 300 metros, que se desenvolve a partir do sopé setentrional do Maciço Montanhoso da Malagueta, devendo-se destacar a plataforma de Chão Bom, cujas altitudes variam entre 0 e 20 metros.

Neste relevo bastante irregular insere-se uma rede hidrológica relativamente densa, e na maioria dos casos com vales encaixados que partem dos maciços de Pico d'Antónia e da Serra da Malagueta que se localizam acima dos 1000 metros de altitude.

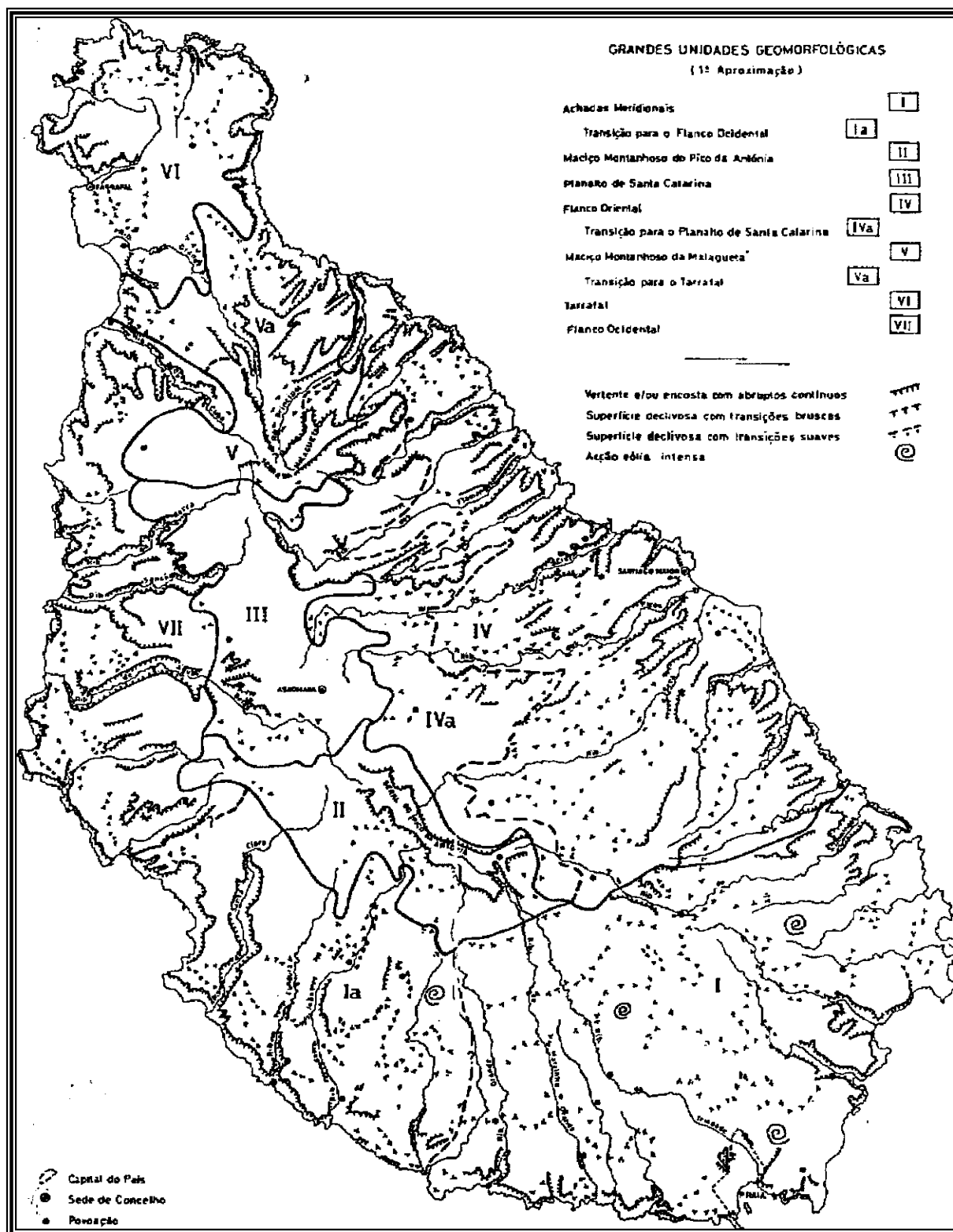
### **2.3.1. As Grandes Unidades Geomorfológicas da Ilha de Santiago**

De acordo com M.M.Marques (1990), na Ilha de Santiago consideram-se sete unidades geomorfológicas, nomeadamente:

- (I) Achadas Meridionais;
- (II) Maciço Montanhoso de Pico d'Antónia;
- (III) Planalto de Santa Catarina;
- (IV) Flanco Oriental;
- (V) Maciço Montanhoso da Malagueta;
- (VI) Tarrafal;
- (VII) Flanco Ocidental.

A **figura 4.**, da página seguinte, representa as principais unidades hidrogeológicas da ilha de Santiago, de acordo com os trabalhos de Manuel Monteiro Marques (1990).

Figura 4 – As grandes unidades geomorfológicas da Ilha de Santiago.



Fonte: Garcia da Orta, Ser. Est. Agron, Lisboa, 17 (1-2), 1990. 19-29

### 2.3.2. Caracterização das Grandes Unidades Geomorfológicas

#### (I) Achadas Meridionais:

Iniciam-se no sopé meridional do Maciço Montanhoso do Pico d'Antónia e descem em degraus até ao mar, desde os 500 metros de altitude.

Alguns dos vales que cortam os vales estão escavados nas formações do Complexo Eruptivo Interno Antigo, que jazem sob as formações do Complexo Eruptivo do Pico d'Antónia.

As achadas possuem declives médios que variam entre os 2% e 12% na direcção do mar. Normalmente estão cobertas por material muito grosseiro derivado da desagregação das escoadas lávicas ou por materiais transportados pelas enxurradas.

Quadro 5 - Bacias Hidrográficas mais importantes das achadas meridionais, indicando o seu declive e a sua altitude média (Marques 1987).

Bacias hidrográficas	Declive médio (%)	Altitude média (m)
Santa clara	8,1	509,8
Fundura	9,2	360,6
São João	9,6	500,2
Canico Grande	7,5	271,8
Ribeira Grande (C. Velha)	6,8	379,9
São Martinho Grande	6,2	411,0
Trindade	4,7	242,4
São Francisco	3,4	148,1

**Fonte:** M. M. Marques (1990)

Assim, verifica-se a partir do quadro 2.4. que dois terços das bacias hidrográficas têm altitudes superiores à altitude média da ilha 278,5 m). O declive médio das bacias também é quase sempre elevado, o que se explica por as bacias terem as suas cabeceiras no Maciço do Pico d'Antónia.

## **(II) Maciço Montanhoso do Pico d'Antónia**

É uma estrutura montanhosa muito acidentada e importante, que culmina no ponto mais alto da ilha de Santiago, o Pico d'Antónia, com 1392 metros de altitude.

O maciço eleva-se a partir dos 600 metros de altitude e se estende um pouco para NW, constituindo o relevo de Palha Carga. Os relevos isolados de Monte Brianda e Pedroso podem ainda ser considerados como resíduos da antiga bordeira.

Do ponto de vista litológico é constituído praticamente só por formações do complexo eruptivo do Pico d'Antónia, por isso, comporta-se como um autêntico reservatório natural das águas subterrâneas (M.M.Marques, 1990).

## **(III) Planalto de Santa Catarina**

Constitui a região central da Ilha de Santiago e é constituído por um conjunto de achadas compreendidas entre os 400 e 600 metros de altitude.

O planalto é limitado, respectivamente, a Norte e a Sul, pelos Maciços Montanhosos do Pico d'Antónia e da Serra da Malagueta. A Oeste, ainda se destacam os relevos de Palha Carga, Monte Brianda e Monte Pedroso.

A sua geomorfologia e geologia fazem com que o Planalto de Santa Catarina seja um bom reservatório natural de água.

Deve-se ainda assinalar que, o planalto é cortado por alguns vales em canhão, como por exemplo, as bacias hidrográficas de Águas Belas e de Sansão, no fundo dos quais existem alguns regadios.

## **(IV) Flanco Oriental**

Trata-se de uma vasta área totalmente exposta aos alísios que sopram quase permanentemente de Outubro a Julho, em alternância com a lestadada que sopra com certa intensidade na região

litoral baixa (área das achadas), e cuja acção benéfica se começa a sentir a partir dos 300 metros de altitude.

**Quadro 6. – Principais Bacias Hidrográficas do Flanco Oriental e os respectivos valores do declive e da altitude média.**

Bacias hidrográficas	Declive médio (%)	Altitude médio (m)
São Domingos	5,1	310,3
Praia formosa	8,4	226,2
Ribeira seca	8,6	290,4
Ribeira dos Picos	6,6	347,9
Santa cruz	4,2	259,8
Saltos	6,3	202,5
Flamengos	5,9	319,6
São Miguel	10,5	327,5

**Fonte:** M. Monteiro Marques (1990)

As cabeceiras das bacias hidrográficas atrás citadas situam-se no Planalto de Santa Catarina ou nos Maciços Montanhosos do Pico d'Antónia ou da Malagueta. Localizam-se em zonas alcantiladas com declives médios superiores a 25%, e os troços médios apresentam declives médios entre 5% e 25%.

#### **(V) Maciço Montanhoso da Malagueta**

Corresponde ao relevo residual da antiga bordeira e é constituído por formações litológicas do Complexo Eruptivo do Pico d'Antónia. Este maciço representa o segundo ponto mais alto da ilha de Santiago, com 1064 metros de altitude.

No sopé meridional do maciço desenvolve-se o Planalto de Santa Catarina e na parte Norte se estende a região do Tarrafal.

A encosta Norte do Maciço da Malagueta está exposta aos ventos alísios, razão para a existência de uma densa cobertura vegetal e algumas pastagens de altitude.

As encostas da Malagueta são fortemente alcantiladas e os declives médios são sempre superiores a 25%. Nesta unidade nascem três importantes bacias hidrográficas: São Miguel e Principal, a NE; e Ribeira Grande, a NW. Os cursos de água, tanto principais como secundários, estão profundamente encaixados até perto do litoral, onde correm vales em canhão que cortam as achadas de altitude média.

À semelhança do que acontece com o maciço do Pico d'Antónia, o maciço da Malagueta constitui um bom reservatório natural de água.

As principais bacias hidrográficas do maciço da Malagueta estão representadas no quadro 7., que indica os seus valores médios do declive e da altitude.

Quadro 7

Bacias hidrográficas	Declive médio (%)	Altitude média (m)
São Miguel	10,5	327,5
Principal	12,8	377,1
Ribeira Grande	7,0	289,8

Fonte: M. Monteiro Marques (1990)

## (VI) Tarrafal

De acordo com A. Serralheiro, 1976, Tarrafal parece corresponder a uma região vulcânica insular que veio a coalescer com a ilha de Santiago propriamente dita.

Trata-se de uma zona de achadas escalonadas entre os 20 e 300 metros de altitude, com declives médios compreendidos entre 2% e 5% e constituídas por formações do Complexo Eruptivo do Pico d'Antónia.

A estrutura das achadas ocidentais, entre 20 e 100 metros de altitude, domina uma extensa plataforma de abrasão marinha, coberta por depósitos recentes de enxurrada e por algumas dunas, compreendida entre Tarrafal e Chão Bom.

**Quadro 8. - Principais bacias hidrográficas do Tarrafal, seus declives e as suas altitudes médias.**

Bacias hidrográficas	Declive médio (%)	Altitude média (m)
Lobão	6,3	150,0
Fazenda	7,2	197,6
Fontão	5,2	171,8

**Fonte:** M. Monteiro Marques (1990)

**(VII) Flanco Ocidental**

A região do flanco ocidental faz a transição entre o planalto de Santa Catarina e o mar.

Do ponto de vista litológico encontram-se, de forma esparsa, as seguintes formações:

- Complexo filoniano de base;
- Escoadas lávicas e tufos do Complexo Eruptivo do Pico d'Antónia;
- Mantos basálticos da Formação da Assomada.

Trata-se de uma região extremamente árida, muito declivosa, e que desce abruptamente para o mar. Os declives médios das encostas variam em geral entre 12% e 25%.

As encostas desenvolvem-se paralelamente à linha da costa, sendo que a zona do litoral é quase sempre uma arriba viva.

**Quadro 9. - Principais bacias hidrográficas da referida unidade e os respectivos declives e altitudes médias.**

Bacias hidrográficas	Declive médio (%)	Altitude média (m)
Cuba	11,8	469,9
Laxa	15,0	319,8
Barca	9,3	441,4
Sansão	4,2	384,9
Águas Belas	5,4	426,6
Selada	12,3	349,6
Angra	16,7	214,8

**Fonte:** M. Monteiro Marques (1990)



## 2.4. Aspectos Geológicos<sup>4</sup>

### 2.4.1. Características gerais

A Ilha de Santiago é formada quase na sua totalidade por formações eruptivas, com predominâncias de rochas basálticas e produtos piroclásticos associados (brechas, lapilli, tufos, etc.)

As rochas fonotraquíticas afloram em menor escala sob a forma de chaminés, filões e muito raramente sob a forma de mantos.

As rochas afaníticas ocupam a maior parte da Ilha e as faneríticas pequenas áreas. Dentro das rochas afaníticas os produtos de origem explosiva têm pouca importância, caracterizados por derrames na maior parte.

As rochas eruptivas apresentam-se em formações geológicas com idades diferenciadas.

As mais antigas encontram-se em áreas desnudadas e com especial destaque nos leitos das ribeiras.

A formação mais antiga é o Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA) que se caracteriza pela presença de uma rede filoniana que se estende por quase toda a Ilha.

A formação mais recente é a de Monte das Vacas (MV). Constituída essencialmente por materiais piroclásticos, representa a última fase de manifestação vulcânica da Ilha de Santiago.

Caracterizando o aparecimento das diversas formações, pode – se afirmar que os derrames basálticos foram os primeiros a serem projectados. Em seguida houve uma fase de rochas fonolíticas e traquíticas, formando chaminés, domas, necks e filões. A essa fase seguiu-se uma erupção de rochas basálticas.

Numa fase posterior, em zonas onde os basaltos se encontravam submersos, houve deposição, embora em pequena escala, de rochas calcárias.

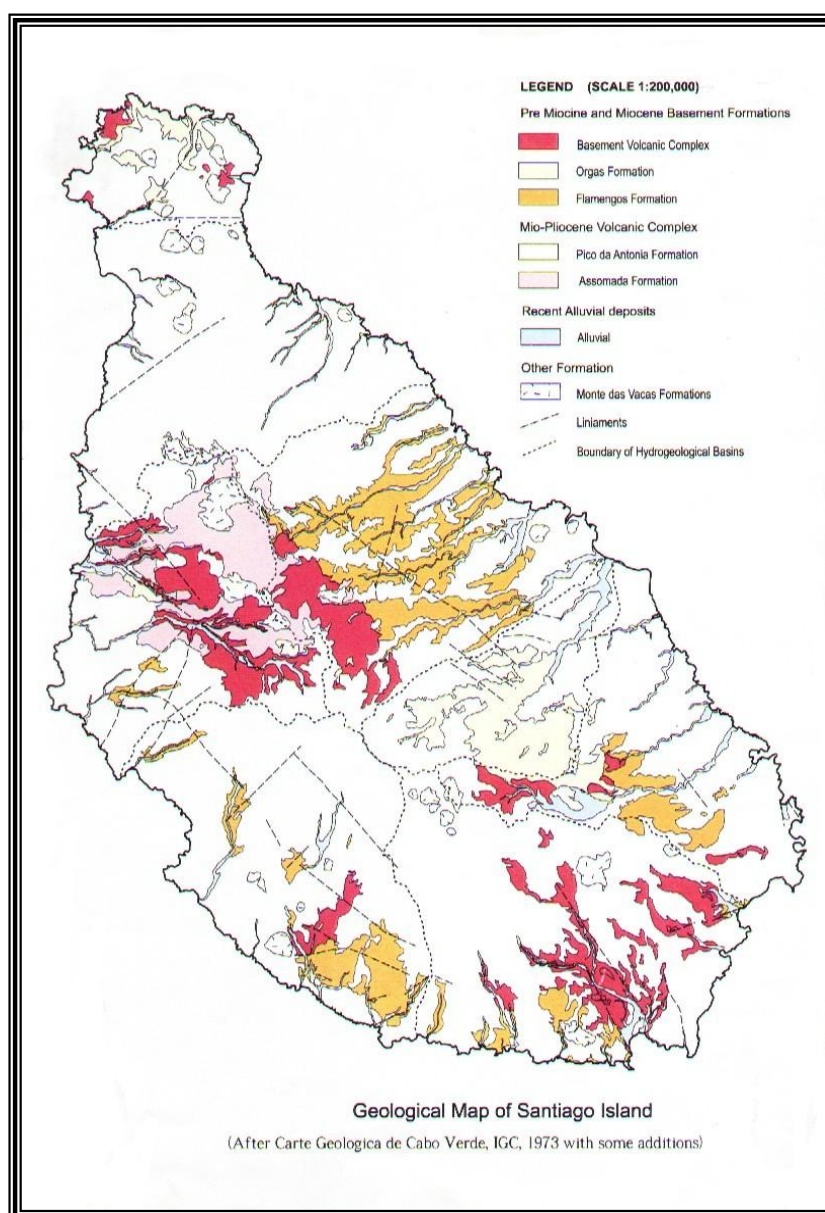
---

<sup>4</sup> SERRALHEIRO, António, A Geologia da Ilha de Santiago (Cabo Verde), Lisboa 1976

As rochas sedimentares não constituem um elemento fundamental na geologia de Santiago, contudo, têm muita importância, principalmente as marinhas, pelo facto de conterem fósseis.

Quanto às rochas metamórficas, praticamente não existem afloramentos, contudo são observadas ligeiras acções de metamorfismo de contacto.

**A figura 5. mostra as principais formações geológicas existentes na ilha de Santiago.**



### 2.4.2. Sequência Vulcano – Estratigráfica

De acordo com os trabalhos de António Serralheiro, a Ilha de Santiago apresenta as seguintes formações geológicas ordenadas da mais recente à mais antiga:

#### 1- *Formações Sedimentares Recentes, que apresentam duas fácies:*

- a) Fácies Marinha – composta por areias, cascalheiras e conglomerados, todos da era quaternária – período Holocénico.
- b) Fácies Terrestre – constituída por aluviões, areias, dunas, depósitos de vertente e depósitos de enxurradas, todos da era quaternária – período Holocénico.

#### 2- *Formação de Monte das Vacas (M.V.)*

É formada por cones de piroclastos e pequenos derrames associados. Representam a última fase eruptiva da Ilha de Santiago, pertencente a era quaternária – período Plistocénico.

#### 3- *Formação de Assomada (A)*

É constituída por mantos e piroclastos subaéreos (basanitos, ancaratitos e limburgitos), pertencente a Era terciária – período Pliocénico.

Esta formação é muito semelhante ao Complexo Eruptivo de Pico d'Antónia, P.A., no entanto, difere desta por apresentar apenas a fácies terrestre.

#### 4- *Complexo Eruptivo de Pico d'Antónia (P.A.)*

Formado na Era terciária, período Mio-pliocénico, apresenta as duas fácies:

#### Fácies terrestre

- ❖ Mantos subaéreos e piroclastos intercalados
- ❖ Tufos e brechas (TB)
- ❖ Fonólitos, traquitos e rochas afins.

### Fácies Marinha

- ❖ Mantos basálticos submarinos (lavas em rolo superiores – LRS).
- ❖ Conglomerados e calcarenitos fossilíferos.
- ❖ Mantos basálticos submarinos (lavas em rolo inferiores – LRI).

A formação de P.A. é a unidade que ocupa a maior parte da ilha, por isso, é designado de complexo eruptivo principal. Pois, apresenta uma grande diversidade de rochas, que representam as diferentes fases e tipos de erupções ocorridas ao longo desse período.

### *5- Formação conglomerática dos Órgãos (C.B.)*

Pertence ao período Miocénico da Era Terciária e, também apresenta duas fácies:

- a) Fácies terrestre – É constituída por depósitos de conglomerados brechóides (depósitos de enxurrada do tipo Lahar, com mantos intercalados).
- b) Fácies marinha – Conglomerados, calcários e calcarenitos fossilíferos.

### *6- Formação dos flamengos (λδ)*

Apresentando apenas a fácies Marinha, esta formação é constituída por mantos, brechas e piroclástos da Era Terciária – período Miocénico.

Esta formação geológica é bastante evidente na região de Flamengos, no concelho de São Miguel, de onde veio o nome.

### *7- Complexo Eruptivo Interno Antigo (C.A.)*

É a formação mais antiga da Ilha de Santiago e se formou no período ante – Miocénico, da Era Terciária. Apresentando apenas uma fácies, a terrestre, é constituída por:

- a) Fase lávica basáltica – Carbonatitos (filões, chaminés e mantos).
- b) Intrusões e extrusões fonolíticas e traquíticas
- c) Intrusões de rochas granulares silicatadas
- d) Complexo filoniano de base, de natureza essencialmente basáltica (C.A.)

**Quadro n.º 10 – Sequência estratigráfica da Ilha de Santiago, de acordo com os trabalhos de António Serralheiro (1976).**

Formação	Fácies Terrestre	Fácies Marinhas	Idade	Era
<b>Sedimentos Recentes</b>	Aluviões, areias, dunas, depósitos de vertente e depósitos de enxurrada	Areias e cascalheiras da Praia	<u>Holocénico</u>	<b>Quaternária</b>
<b>Formação de Monte das Vacas (MV)</b>	Terraços; cone de piroclastos e pequeno derrame associados	Níveis de Praia de 2m e 80m	<u>Plistocénio</u>	
<b>Assomada (A)</b>	Mantos e piroclastos basálticos	.....	<u>Pliocénico</u>	<b>Terciária</b>
<b>Complexo Eruptivo Principal (PA)</b>	E – Piroclastos e escoadas D – mantos e alguns níveis de piroclastos C – tufo-brechas (TB) B – Fonólitos, traquitos e rochas afins A – série espessa de mantos e alguns níveis de piroclastos	Conglomerados e calcarenitos fósseis. Mantos superiores. Conglomerados, calcários, calcarenitos; Mantos inferiores. Conglomerados e calcarenitos fossilíferos		
<b>Órgãos (CB)</b>	Depósitos de enxurrada, tipo lahar com mantos intercalados	Conglomerados calcários, calcarenitos fossilíferos		
<b>Flamengos (λδ)</b>	.....	Mantos; brechas e piroclastos	<u>Miocénico</u>	
<b>Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA)</b>	-Fase lávica, basáltica (filões, chaminés, mantos) - Intrusões e extrusões de rochas fonolíticas e traquíticas. - Intrusões de rochas granulares silicatadas. - Complexo filoniano de base de natureza basáltica.	.....	<u>Ante-Miocénico</u>	

**Fonte:** Serralheiro, António A Geologia da Ilha de Santiago, Cabo Verde, Lisboa, 1976

## 2.5. Aspectos Hidrogeológicos<sup>5</sup>

### 2.5.1. Características gerais

Do ponto de vista hidrogeológico, a semelhança de todas as Ilhas do arquipélago, as precipitações constituem a fonte principal das águas subterrâneas. Pois toda água utilizada com excepção da água dessalinizada tem a sua origem nas chuvas.

Infelizmente há dezenas de anos que a precipitação tem sido deficitária, com o agravamento de que uma parte substancial da água precipitada se perde para o mar, através do escoamento superficial. Uma quantidade razoável se evapora para a atmosfera e apenas uma pequena quantidade se infiltra em direcção ao Complexo Eruptivo Principal, através de fendas e fracturas, onde circula e armazena sob a forma de águas subterrâneas.

Hidrogeologicamente as formações com maior interesse são as mais extensas, com maior espessura e que influenciam o movimento das águas (Custódio; E.1975).

Relativamente a Ilha de Santiago, a formação do Complexo Eruptivo de Pico d'Antónia (P.A.) constitui o aquífero principal da Ilha.

De acordo com o mapa da rede hidrográfica de Santiago, notam-se três grandes zonas de drenagem que partem do ponto mais alto da Ilha, ou seja, do Maciço Montanhoso de Pico d'Antónia:

- Linha que parte do pico d'Antónia para a Baía de Santa Clara;
- Linha que parte do pico d'Antónia para a Baía do Medronho;
- Linha que parte do pico d'Antónia para a Ponta Prinda.

A figura 6. evidencia a rede hidrográfica da ilha de Santiago, de acordo com os trabalhos de Ilídio do Amaral (1964).

---

<sup>5</sup> MOTA GOMES, Alberto, A Hidrogeologia da Ilha de Santiago, Praia 1980



### 2.5.2. As Unidades Hidrogeológicas

A realização de trabalhos como o inventário de pontos de água, sondagens ou perfurações, ensaios de bombagem, equipamento de furos, exploração, gestão e controlo hidrogeológico, entre outros forneceram informações muito importantes sobre as características das formações geológicas, o que permitiu o estabelecimento de três grandes unidades hidrogeológicas:

#### **A unidade recente**

Integra a formação de Monte das Vacas (M.V) que é constituída por cones de matérias piroclásticas e derrames associados, com alto grau de permeabilidade e porosidade.

Localizam-se em zonas altas com alto índice de pluviometria e, devido a sua permeabilidade, a infiltração é privilegiada: contudo não permite a retenção da água, o que faz com que esta seja rapidamente drenada para níveis inferiores, contribuindo assim para a recarga do aquífero principal.

#### **Unidade intermédia**

Constituída pela formação da Assomada e pelo Complexo Eruptivo de Pico d'Antónia, com mantos basálticos subaéreos e mantos basálticos submarinos com intercalação de materiais piroclásticos, constituem a série mais espessa e mais extensa possuindo um coeficiente de armazenamento relativamente elevado e uma permeabilidade que evita o esvaziamento rápido das reservas.

Devido ao seu grau de fracturação, porosidade e permeabilidade muito superiores às da unidade de base permitem a circulação, movimentação e armazenamento das águas subterrâneas, constituindo assim o aquífero principal da Ilha de Santiago.

#### **Unidade de base**

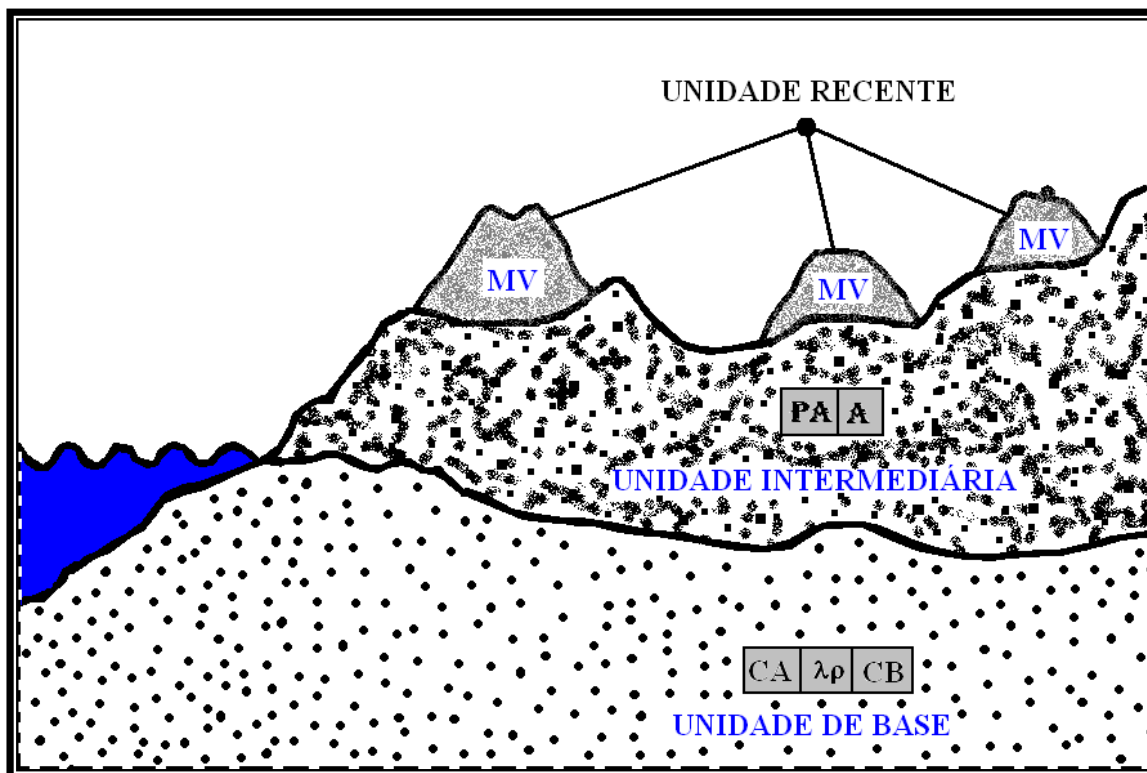
Constituída pelas formações mais antigas da Ilha, como o Complexo Eruptivo Interno Antigo (C:A.), a Formação dos Flamengos ( $\lambda\partial$ ) e a Formação dos Conglomerados dos Órgãos (C.B.).



Esta unidade é caracterizada por possuir um alto grau de alteração e um índice elevado de compacidade, por isso, possui uma baixa permeabilidade e não permite a infiltração da água.

O esquema representado na figura 7. mostra as principais unidades hidrogeológicas da ilha de Santiago, de acordo com os trabalhos de Alberto da Mota Gomes (1980).

**Figura 7 – Unidades Hidrogeológicas**



**Fonte** – Alberto da Mota Gomes e António F. Lobo de Pina.

# CAPÍTULO III

## ENQUADRAMENTO DO



## CONCELHO DE SÃO MIGUEL

### 3.1. Localização Geográfica e População

O Concelho de São Miguel está situado na parte oriental da Ilha de Santiago, sendo limitado a Norte pelo Concelho do Tarrafal, a Sul pelo Concelho de Santa Cruz, a Oeste pelo Concelho de Santa Catarina e a Leste pelo mar.

Sendo um dos Concelhos mais novos do País, foi criado a 1 de Janeiro de 1997 sob o decreto-lei número 11/96 de 11 de Novembro. O empossamento da Comissão Instaladora do Município ocorreu a 31 de Janeiro do mesmo ano.

São Miguel é um dos concelhos mais pequenos do País, com uma área de 91km<sup>2</sup>, ocupa apenas cerca de 2.3% do território nacional e cerca de 9.2% da Ilha de Santiago.

Com a sua Sede na Vila de Calheta, a Freguesia de São Miguel Arcanjo é a única do Concelho.

De acordo com os dados do senso geral da população do ano 2000, actualizado em 2005, o Concelho de São Miguel possui 16.104 habitantes, distribuídos nas diferentes povoações ou localidades, sendo as zonas mais habitadas: Vila de Calheta, Veneza, Ponta Verde, Principal, Tagarra, Achada do Monte, Palha Carga, Varanda, e Monte Pousada.

**Quadro 11. – Distribuição da população nas principais zonas do concelho.**

As principais zonas do concelho	Número populacional		
	Masculino	Feminino	Total dos habitantes
Vila de Calheta	1848	2174	4022
Veneza	544	666	1210
Ponta Verde	435	510	945
Principal	642	836	1478
Tagarra	330	392	722
Achada do Monte	551	775	1326
Palha Carga	230	309	539
Varanda	217	269	486
Monte Pousada	238	309	547

**Fonte:** INE, Instituto Nacional de Estatísticas – Censo 2000.

### 3.2. Aspectos Climatológicos<sup>6</sup>

À semelhança dos outros Concelhos e da Ilha de Santiago em geral, o clima é do tipo árido e semi-árido com duas estações bem distintas:

- 🌍 A estação seca ou das brisas, que vai de Dezembro a Junho, é a estação mais longa e sofre influência dos ventos alísios do nordeste.
- 🌍 A estação húmida ou das águas, que vai de Agosto a Outubro, é a mais curta e sofre influência da frente de convergência inter tropical, provocando algumas precipitações.

Os meses de Julho e Novembro são considerados de transição, pois podem apresentar características da estação seca ou da estação húmida.

A precipitação é muito irregular, podendo verificar anos de fraca ou nula precipitação, contudo a humidade relativa do ar atinge valores elevados.

A influência do relevo e a exposição aos ventos dominantes faz com que haja uma grande variedade climática regional, como por exemplo, a aridez da zona litoral e a escassez de humidade na vertente ocidental.

Um outro factor que condiciona o clima no Concelho de São Miguel é a geomorfologia. Em consequência da diferença de altitude o clima passa de árido nas zonas litorais para semi – árido no interior do Concelho.

De um modo geral as amplitudes térmicas são baixas, pois a variação da temperatura é muito fraca ao longo do ano, sendo a média aproximada de 25°C.

À semelhança de toda a Ilha de Santiago, no Concelho de São Miguel a pluviosidade aumenta com a altitude, pois nas zonas montanhosas registam-se cerca de 400 a 700 mm/ano, enquanto que nas regiões mais baixas registam-se valores da ordem de 100 – 200 mm/ano.

---

<sup>6</sup> AMARAL, Ilídio, Santiago de Cabo Verde, A Terra e os Homens, Lisboa, 1964

### 3.2.1. Aspectos Microclimáticos da Ribeira de Principal

Graças ao seu relevo pronunciado e à sua orientação em relação aos ventos alísios do nordeste, a ilha de Santiago é relativamente bem erodida.

A Ribeira de Principal apresenta algumas particularidades microclimáticas, favorecidas pela sua localização geográfica e pela sua geomorfologia.

Tendo em conta a forma da bacia e a sua geomorfologia, deve-se salientar que o clima da região varia de árido nas regiões litorais para semi-árido a sub-húmido, à medida que avançamos do litoral para o interior da bacia hidrográfica.

Os valores de precipitação variam entre 100 – 200 mm, nas regiões baixas (próximas do litoral), e 400 – 700 mm, nas zonas montanhosas.

A bacia de Principal se localiza no sopé do Maciço da Serra da Malagueta e, normalmente, os troços a montante dos afluentes se situam a uma grande altitude. Por isso, nessa região a temperatura é sempre amena e a disponibilidade hídrica é grande. Esses factores, em conjunto com a acção dos ventos dominantes, favorecem o desenvolvimento de uma vasta cobertura vegetal (área florestal e agrícola).

O regime climático e pluviométrico da ribeira de Principal são particularmente caprichosos e irregulares. As chuvas extremas, 200 mm/dia – chuva dos 10 anos e 300 mm/dia – chuva dos 100 anos, não conferem ao clima da bacia um carácter húmido, pelo contrario elas constituem um agente erosivo intenso para os solos das vertentes.

Essas chuvas extremas contrastam fortemente com a quantidade de chuva anual, particularmente caprichoso e irregular, entre os anos secos e um ano húmido.

O forte gradiente pluviométrico aliado às fortes inclinações das vertentes permitem a distribuição das chuvas, que diminui do montante a jusante, e permitem constituir reservas de água em zonas mais baixas, em condições de serem captadas e armazenadas.

A pluviosidade média, assim como em toda a ilha de Santiago, é estimada em 321 mm, e que ao nível da ilha o volume de água das chuvas, em média, se repartem da seguinte forma:

69% - Se evapora para a atmosfera

18% - Se escoia sob a forma de águas superficiais

13% - Se infiltra para a recarga do aquífero

### **3.3. Aspectos Geomorfológicos<sup>7</sup>**

À semelhança dos outros Concelhos e do país em geral o Concelho de São Miguel apresenta um relevo bastante irregular, com elevações, planuras e vales ou ribeiras, sendo que o relevo se eleva do litoral para o interior do Concelho.

As maiores elevações se localizam na parte Norte a Nordeste do Concelho, constituindo um relevo muito acidentado, com vales encaixados e muito profundos, nomeadamente a ribeira de São Miguel, Principal e flamengos.

Por outro lado a zona litoral é mais suave, apresentando planuras e pequenas elevações, com destaque para a Vila de Calheta. Ainda se destacam algumas achadas, tais como: Achada do Monte, Achada Bolanha, Achada Veneza, achada Pilão Cão, etc.

O Concelho de São Miguel é considerado de altitude média em relação aos restantes Concelhos da ilha de Santiago.

As modificações na geomorfologia são provocadas essencialmente pela acção da erosão (fenómenos naturais e antrópicos).

---

<sup>7</sup> **MONTEIRO**, M. Marques, Caracterização das Grandes Unidades Geomorfológicas da Ilha de Santiago, Centro de Estudo de Pedologia (IICT), Lisboa, 1990

**Quadro 12. – Maiores elevações do Concelho de São Miguel, indicando os respectivos valores da altitude.**

As principais elevações	Altitude em metros
Monte Gongon	784
Monte Ribeireta	414
Monte Mato Correia	764
Monte Bode	541
Monte Cutelo Gomes	538
Monte Pilão Cão	602
Monte Soca	557
Monte Branco	540
Monte Soda	416

**Fonte:** Carta Topográfica da ilha de Santiago, folha 51.

### 3.4. Aspectos Geológicos<sup>8</sup>

A geologia do Concelho de São Miguel é muito semelhante à da Ilha de Santiago, sendo constituído essencialmente por rochas basálticas (brechas, tufos, lapilli, etc.), de fácies terrestre e marinha.

As formações mais antigas se encontram principalmente em áreas desnudadas no leito dos vales e muito afectadas pelos fenómenos erosivos.

As formações sedimentares recentes, não sendo de grande expressão na geologia do Concelho, localizam-se essencialmente no leito das ribeiras e nas zonas litorais.

Quanto às rochas metamórficas, à semelhança do País e da Ilha de Santiago, não existem afloramentos no Concelho de São Miguel.

---

<sup>8</sup> **SERRALHEIRO**, António, A Geologia da Ilha de Santiago (Cabo Verde), Lisboa 1976

No Concelho de São Miguel existem as seguintes formações geológicas, da mais recente (1) á mais antiga (6):

### 1 – Formações Sedimentares Recentes,

Na fácies terrestre – Apresenta aluviões e depósitos de vertentes e;

Na fácies marinha – conglomerados e cascalheiras da praia, todos da Era quaternária.

Estas formações podem ser encontradas nas seguintes localidades: Ribeira de São Miguel, Ribeira Brava, Manguinho das sete ribeiras, ribeira de principal, Ribeireta, Ribeira do Monte Serrado, Ribeira dos flamengos, Calhetona, etc.

### 2 - Formação de Monte das Vacas (MV),

Representada apenas por fácies terrestre, com cones de piroclastos, escorias e pequenos derrames associados.

Pode ser observada em casa branca (São Miguel) e em Monte Varela.

### 3 – Complexo Eruptivo de Pico d'Antónia (PA),

Pertence ao período Mio – Pliocénico da Era terciária e é constituída por duas fácies:

#### *Fácies terrestre:*

- Mantos subaéreos e alguns níveis de piroclastos intercalados;
- Tufo – brechas;
- Fonólitos, traquitos e rochas afins;
- Mantos subaéreos e alguns níveis de piroclastos intercalados.

#### *Fácies marinha:*

- Conglomerados e calcarenitos fossilíferos;
- Lavas submarinas em almofadas superiores (LRs);
- Conglomerados e calcarenitos fossilíferos,
- Lavas submarinas em almofadas inferiores (LRi).



Esta formação geológica predomina em praticamente todas as localidades do Concelho, com maior evidencia em Monte Serrado, Vila de Calheta, Ribeireta, Monte Bode, Cutelo Gomes, Pilão Cão, Ribeira de São Miguel (Cantada, Varanda, Machado e Achada Queimada), Espinho Branco, Mato Correia, Monte Pousada, Gongon, Principal, Chã de Ponta, Garçote, Achada do Monte, Palha Carga, etc.

#### **4 – Formação dos Órgãos (CB):**

Caracterizada por depósitos conglomerático-brechóide, tipo lahar, da fácies terrestre e, no litoral, observam-se calcarenitos de fácies marinha.

Esta formação geológica é encontrada em menor escala no concelho de São Miguel, havendo algumas evidências em Ribeirão pó, Flamengos, Veneza, Serrado e Galeão.

#### **5 – Formação dos Flamengos (λρ).**

Ocupando uma grande área do Concelho, sobretudo na Ribeira dos Flamengos e, daí o nome, é formada por mantos, brechas e piroclastos marinhos, formados no período Miocénico da Era terciária.

Também pode ser observada na Ribeira do monte Serrado, Ribeireta, ponta verde e Principal.

#### **6 – Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA):**

Representada apenas pelo complexo filoniano de natureza basáltica, é constituído fundamentalmente por ancaratitos e limburgitos, todos na fácies terrestre.

Esta formação geológica não abunda no concelho. Porém, algumas evidências pode ser observada na Ribeira dos Flamengos, Ribeira do Monte Serrado, Ribeireta e Ribeira de Principal.

### 3.5. Aspectos Hidrogeológicos<sup>9</sup>

A precipitação constitui a principal fonte das águas subterrâneas, pois toda a água armazenada nos aquíferos do Concelho provém das chuvas, constituindo uma reserva com caudal variável ao longo do ano.

Deve-se levar em conta que, uma grande parte dessas águas se perde através da evaporação ou então através do escoamento superficial para o mar. Por isso, é aconselhável a construção de dispositivos de retenção das águas superficiais, como diques, banquetas, socalcos e barragens.

À semelhança do que acontece com a Ilha de Santiago em geral, no Concelho de São Miguel também estão presentes as três unidades hidrogeológicas:

#### **Unidade recente**

É constituída exclusivamente pela formação de monte das vacas (M.V.) que é a formação eruptiva mais recente da Ilha de Santiago.

Formada essencialmente por cones de piroclastos e escoadas lávicas associadas/intercaladas, possui uma elevada porosidade e permeabilidade. Daí que, não sendo um reservatório natural de água, facilita deste modo a infiltração das águas superficiais e a recarga do aquífero principal.

#### **Unidade intermédia**

Constituída por mantos basálticos e piroclastos associados, do complexo eruptivo principal, apresenta uma permeabilidade superior à da formação de base e inferior à da formação recente.

O Complexo Eruptivo de Pico d'Antónia constitui o aquífero principal da Ilha de Santiago e do Concelho de São Miguel. Pois é a formação mais extensa e mais espessa da Ilha e do Concelho, o que facilita a circulação e armazenamento da água no seu ceio.

---

<sup>9</sup> **MOTA GOMES**, Alberto, A Hidrogeologia da Ilha de Santiago, Praia 1980

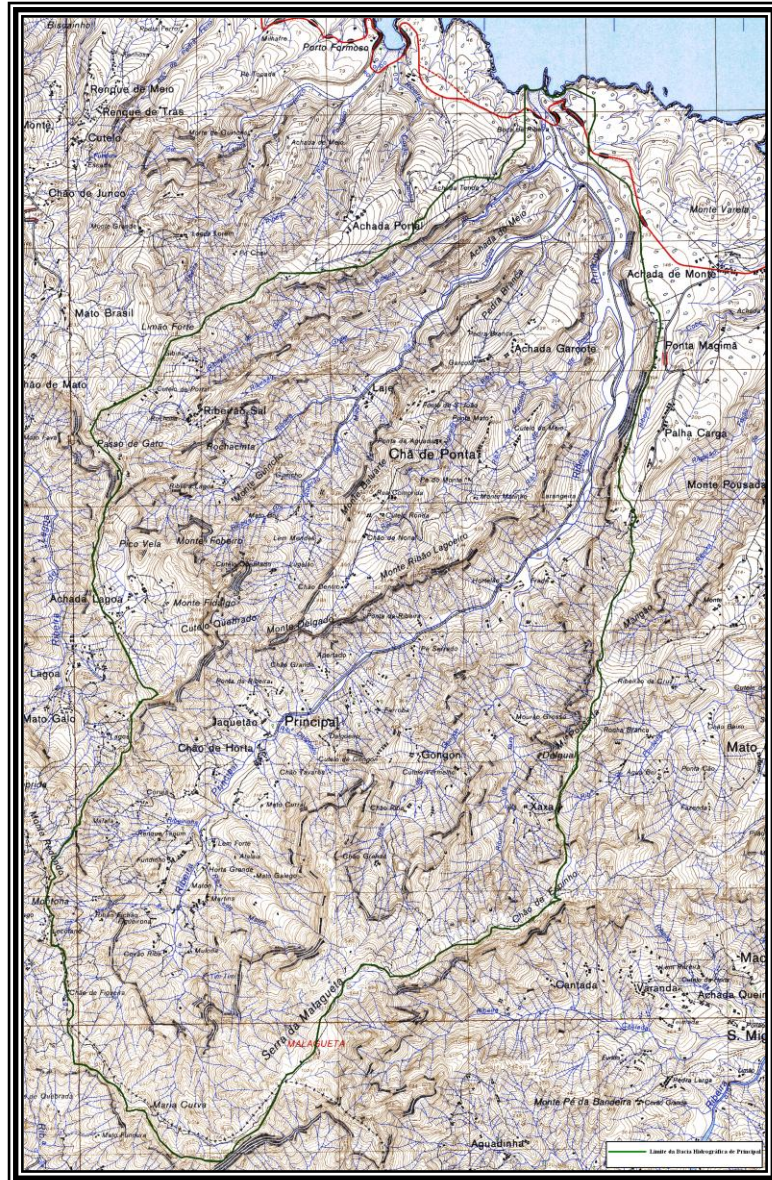
### **Unidade de base**

Constituída pelas formações mais antigas da ilha, no Concelho de São Miguel é representado pela Formação dos Flamengos e pela Formação dos órgãos (C.B.).

Devido a erosão apresentam uma elevada percentagem de argila, o que confere uma certa impermeabilidade a essas formações que se localizam na base. Por isso, conseguem reter as águas subterrâneas, que assim se armazenam no aquífero principal.

# CAPÍTULO IV

## CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA



## DA RIBEIRA DE PRINCIPAL

#### **4.1. Os Elementos Climáticos**

São todos os parâmetros que, de uma forma ou outra, determinam o estado do tempo e o clima de uma região.

Tendo em consideração os dados do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde, delegação da Praia, os principais elementos climáticos que determinam o clima da Ribeira de Principal são as precipitações, a temperatura do ar, o vento, a humidade atmosférica e a insolação.

##### **4.1.1. As Precipitações Médias Mensais e Máximas Anuais**

Depois de analisar os dados de precipitação de algumas estações meteorológicas, que se localizam nas proximidades da Ribeira de Principal, constata-se que as precipitações se concentram num curto período do ano, ou seja, apenas na época das águas (Julho, Agosto, Setembro e Outubro) e que durante a estação seca, normalmente, não há registos de precipitações.

Os valores da precipitação variam de estação para estação, como mostram os registos dos quadros em anexo.

##### **4.1.2. A Temperatura do Ar**

As temperaturas médias anuais (período de 1950 a 1997) são iguais a 27.4 graus. Normalmente o mês mais frio é o mês de Janeiro, com uma média de 21.8 graus. Por sua vez, o mês mais quente é o mês do Maio, com 32.5 graus. A média máxima anual é superior a 30 graus e a mínima se situa em 20 graus.

##### **4.1.3. O Vento**

A bacia hidrográfica de Principal se localiza na parte nordeste da ilha de Santiago, por isso, à semelhança de todo o arquipélago de Cabo Verde é afectada pelos seguintes tipos de ventos:

- ♦ Ventos Alísios do nordeste – sopram durante a maior parte do ano, trazendo alguma frescura durante a estação das brisas.
- ♦ Ventos Harmatão – vindos do deserto do Sahara, sopram de Dezembro a Junho e são responsáveis pela grande secura provocada pelas poeiras em suspensão que absorvem consideravelmente a humidade do ar.
- ♦ Frente Inter-Tropical – sopram durante a estação húmida ou das águas, influenciando de certa forma a queda das precipitações.

Deslocando com uma velocidade média que ronda os 10 m/s, esses ventos podem sofrer algumas alterações nas suas características à medida que se movimentam do litoral para o interior do Concelho.

#### 4.1.4. A Humidade Atmosférica

À semelhança do que acontece em toda a ilha de Santiago, a humidade do ar na bacia de principal é relativamente alta.

A humidade relativa máxima oscila entre os 85% e 95% e a humidade relativa mínima oscila entre 55% nas zonas altas e 80% junto da costa. Em média o clima é muito húmido entre os meses de Julho e Outubro, e mais seco durante o resto do ano.

#### 4.1.5. A Insolação

À semelhança do que acontece em qualquer parte do mundo, a radiação emitida pelo sol é de extrema importância para o funcionamento de todos os ecossistemas naturais.

A energia solar se manifesta imediatamente sob a forma de luz e calor, sendo directamente a responsável por todos os fenómenos meteorológicos anteriormente referidos.

## 4.2. Localização e Características Geométricas da Ribeira de Principal

A bacia de Principal, que possui uma superfície de drenagem de 23,8 km<sup>2</sup>, fica situado na parte media da ilha de Santiago há cerca de 38 km da Praia, a capital do País. A bacia inicia-se na região montanhosa do centro, ao pé do maciço da Serra da malagueta a 1064 metros de altitude, e se desenvolve em direcção à costa oriental, e termina no mar, a norte de Ponta Morena.






A bacia possui um eixo de orientação WSW – ENE e está compreendida entre as bacias da ribeira do Porto Formoso, a Norte, e da ribeira do Mangue, a Sul.

Os principais cursos de água da bacia iniciam sobre o maciço da Serra da Malagueta e terminam no mar. Possuem declives geralmente acentuados, com destaque em particular nos troços a montante.

Seis pequenas sub-bacias constituem o sistema hidrográfico de principal (Lagoa, Gongon, Xáxa, Sal, Chã de Ponta e Principal).

De acordo com as informações presentes no quadro, a sub-bacia de Principal é a maior, funcionando como o canal principal onde todas as outras sub-bacias se desaguam). A grande densidade de drenagem se verifica nas ribeiras de Xáxa e Gongon.

A rede de drenagem é espacialmente bem distribuída, sendo os principais afluentes os seguintes:

-  Ribeira de Lagoa;
-  Ribeira de Gongon;
-  Ribeira de Xáxa;
-  Ribeira do Sal;
-  Ribeira Chã de Ponta;

**Quadro 13 – Principais características geométricas de cada uma das sub-bacias de Principal.**

Características Geomorfológicas	Ribeira da Lagoa	Ribeira de Gongon	Ribeira de Xáxa	Ribeira do Sal	Ribeira C.de Ponta	Ribeira de Principal
Sub-bacia (ha)	559.89	157.71	212.15	159.55	220.81	1.050,40
Perímetro (m)	12.468.36	6.094,66	7.624,87	9060.01	8.048.08	24.768,01
Elevação máx. (m)	750.00	982.00	854.00	683.00	511.00	1069.00
Elevação mín. (m)	41.00	170.00	94.00	18.00	41.00	0.00
Elevação méd. (m)	374.50	574.00	473.70	349.60	275.9	533.60
Dens. drenagem (km/km <sup>2</sup> )	11,56	14,15	15,20	12,83	10,99	11,97
Comp. do canal principal (m)	6502.46	3278.52	2694.55	4572.86	4392.40	11004.54

**Fonte:** Schéma Directeur BV Principal 2005

#### 4.2.1. A Área de Drenagem da Bacia Hidrográfica

Uma bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área definida topograficamente e drenada por um curso de água ou por um sistema de cursos de água, de tal ordem que toda a vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída.

É toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projectada em plano horizontal.

Determinado o perímetro da bacia, a área pode ser calculada com o auxílio de um planímetro, de papel milimetrado, pela passagem de papel uniforme devidamente recortado ou então através de técnicas mais sofisticadas, com o uso de computador.

De acordo com os trabalhos realizados na disciplina de hidrologia superficial, ministrada pelo Engenheiro António Advino Sabino, a área de uma bacia hidrográfica pode ser calculada área utilizando a seguinte formula:

$$A \text{ (km}^2\text{)} = \text{leitura} \times \frac{(\text{E.C.}/1000)^2}{10^5}$$



A área calculada para a bacia hidrográfica de Principal é de 23,8 km<sup>2</sup>, segundo o projecto Cshèma Directeur BV Principal.

#### 4.2.2. Índice de Compacidade

É a relação que existe entre o perímetro da bacia hidrográfica e a circunferência de um círculo com área (A) igual à da bacia de raio (r).

O índice de compacidade de uma bacia hidrográfica pode ser determinado aplicando a seguinte formula: **IG = 0,28.P/√ A.**

#### 4.2.3. Factor de Forma da Bacia Hidrográfica

$$Kf = \frac{\bar{L}}{L} = \frac{A/L}{L}$$

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

É a relação existente entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica.

Considere-se como comprimento da bacia (L), o comprimento mais longo da bacia hidrográfica, desde a secção de referencia até à cabeceira mais distante da bacia.

Define-se como largura média ( $\bar{L}$ ), a razão entre a área e o comprimento da linha de água principal.

$$\bar{L} = A / L$$

$$Kf = \frac{23,8 \text{ km}^2}{(7,8 \text{ km})^2}$$

$$kf = 0,3935$$

O factor de forma é o índice de maior ou menor tendência para a ocorrência de cheias de uma bacia hidrográfica. Assim uma bacia com factor de forma baixo encontra-se menos sujeito a cheias do que uma bacia de igual tamanho, com um factor de forma alto.

Tal facto pode se explicar com o seguinte exemplo, numa bacia estreita e longa o factor de forma é baixo, pois há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda a extensão da bacia.

### 4.3. O Sistema de Drenagem

#### 4.3.1. A Ordem dos Cursos de Água

A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de um determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Este trabalho é realizado com o fim de facilitar e tornar mais objectiva a análise geométrica das bacias hidrográficas.

Robert E. Horton, em 1945, foi quem propôs, de modo mais preciso, os critérios para a ordenação dos cursos de água. Para Horton os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários, os canais de segunda ordem somente recebem tributários de primeira ordem, os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também podem receber afluentes de primeira ordem, e assim sucessivamente.

Todavia na ordenação proposta por Robert Horton o rio principal é consignado com o mesmo número de ordem desde a sua nascente.

**O quadro 14 – Hierarquia fluvial de cada uma das sub-bacias e o número de tributários de cada ordem, de acordo com a classificação de Horton.**

Numero de afluentes das sub-bacias.	Ordem 1	Ordem 2	Ordem 3	Ordem 4	Ordem 5	Ordem 6
Ribeira do sal	88	12	1	.....	.....	.....
Ribeira da Lagoa	234	58	5	1	1	.....
Ribeira de Xáxa	71	14	4	1	1	.....
Ribeira de Gongon	70	19	5	1	.....	.....
Ribeira de Principal	383	93	28	3	2	1
R. de Chã de ponta	101	10	3	1	1	.....

Fonte: Carta topográfica da lha de Santiago, folha 51.

#### 4.3.2. A Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica.

A densidade de drenagem foi inicialmente definida por R. E. Horton (1945), podendo ser calculada pela equação:

**$Dd = Lt / A$** , na qual –  **$Dd$**  é a densidade de drenagem,  **$Lt$**  é o comprimento total dos cursos de água e  **$A$**  é a área da bacia hidrográfica.

Em ambientes climáticos semelhantes, o comportamento hidrológico das rochas repercute na densidade de drenagem. Nas rochas onde a infiltração encontra maiores dificuldades, há melhores condições para o escoamento superficial, gerando possibilidades para a esculturação de canais, como entre as rochas clásticas de granulação fina, e, como consequência a densidade de drenagem é mais elevada. O contrário ocorre com as rochas de granulometria grossa.

O cálculo da densidade de drenagem é importante na análise das bacias hidrográficas, porque apresenta uma relação inversa com o comprimento dos rios, pois à medida que aumenta o valor numérico da densidade de drenagem há uma diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais da bacia de drenagem.

#### 4.3.3. O Percurso Médio do Escoamento Superficial.

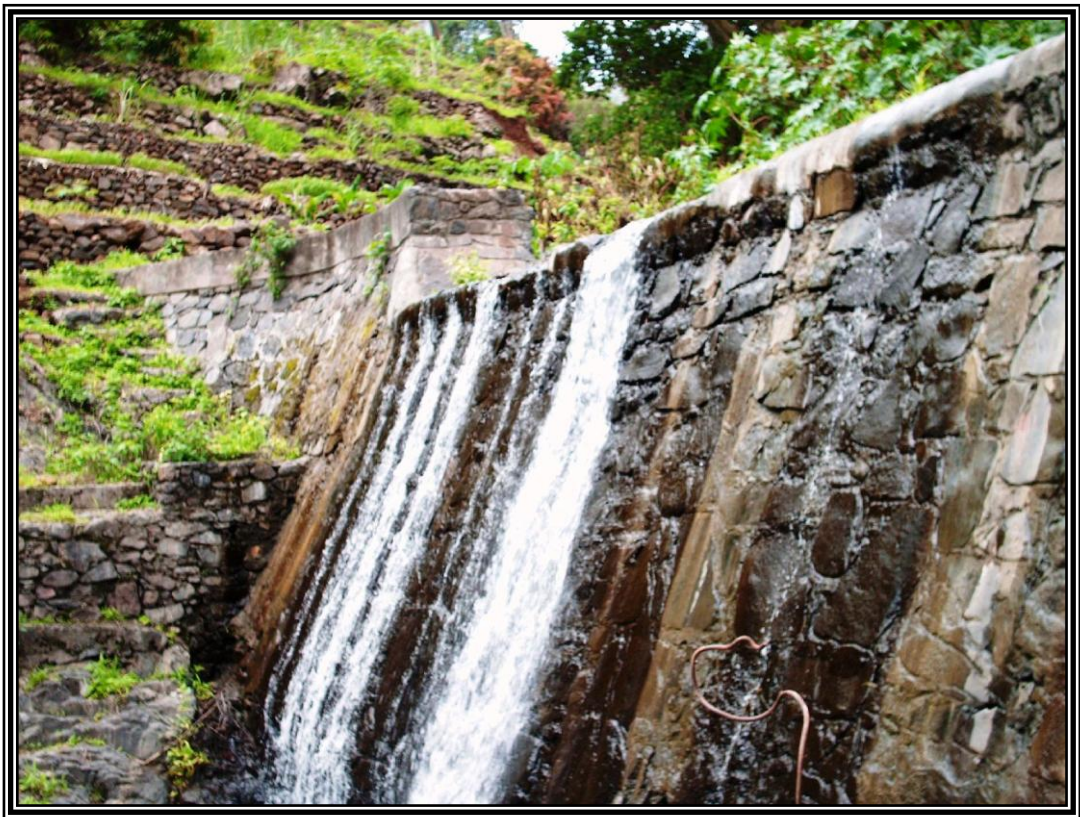
Este índice é definido como sendo a distância média em que a água da chuva teria de escoar sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento se desse numa linha recta, desde o lugar onde a chuva cai até ao ponto mais próximo no leito de um curso de água qualquer da bacia.

Este parâmetro é calculado pela seguinte fórmula:

$$L = \frac{A}{4 \cdot Lt}$$

# CAPÍTULO V

## ESTUDO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS



## NA RIBEIRA DE PRINCIPAL

## 5.1. Introdução

Hidrologia – é a ciência cujo objectivo se relaciona com o estudo das águas da Terra, a sua ocorrência, circulação, a sua distribuição, suas propriedades físicas e químicas e as suas relações com o meio ambiente, incluindo as suas relações com a vida.

Em Cabo Verde, desde há muito tempo que a política de captação e exploração dos recursos hídricos está voltada para as águas subterrâneas, pois nota-se que a maior parte da água utilizada pelas populações é extraída do subsolo, através de poços e furos.

Todavia, nos últimos anos, devido à falta de chuvas, verificou-se uma notória diminuição do caudal dos poços e dos furos. Daí que há uma necessidade de se fazer uma melhor exploração e gestão dos recursos hídricos existentes, principalmente as águas superficiais.

Actualmente, a possibilidade de exploração das águas superficiais vem se tornando cada vez mais real, pois constata-se que todos os anos, na época das chuvas, uma grande quantidade de água se escoam pela ribeira abaixo e se perdem para o mar.

Por outro lado, para se efectuar essa exploração é necessário fazer alguns estudos no sentido de proteger as vertentes e as ribeiras das águas de escorrência torrencial, que provocam erosão. Contudo, é muito importante realçar que esses trabalhos trazem grades benefícios para a população local, pois para além de aumentar a disponibilidade hídrica para a pratica da agricultura, contribuem para a infiltração e a consequente recarga do aquífero, factor que também contribui para a melhoria da qualidade das águas subterrâneas.

Na ribeira de principal, já existem estudos no sentido da construção de uma barragem, pois as condições geológicas, geomorfológicas e climáticas favorecem a sua execução.

A construção dessa infra-estrutura hídrica é de extrema importância, pois contribuiria grandemente para a melhoria do nível de vida das populações desta bacia hidrográfica e do concelho de São Miguel em geral.

## 5.2. Hidrologia Superficial

A encosta da bacia de Principal é de forma alongada e de forte inclinação, e compreende um curso de água principal muito importante (7,8 quilómetros de comprimento). A rede hidrográfica é bem hierarquizada, apresentando uma vasta bacia de recepção, e um cone de dejecção de fraca inclinação, que é na verdade um pequeno plano aluvial do curso de água. Este plano é inundado na época das chuvas e de cheias extremas. A parte a montante é formada pelo maciço da Serra da Malagueta e nas vertentes há fortes inclinações.

Na Ribeira de Principal os recursos hídricos superficiais abundam durante a época das chuvas, com o ressurgimento de muitas nascentes. Por isso, constata-se que, depois dessa época, um grande caudal de águas superficiais se escoia pela Ribeira abaixo e não são aproveitados da melhor forma pelas populações.



**Figura8 – Zona da Ribeira de Principal susceptível à ocorrência de cheias.**

Para a resolução desse problema é aconselhável a construção de mais dispositivos de captação e armazenamento das águas superficiais, nomeadamente cisternas, reservatórios e sobretudo a construção de uma barragem, que para além de garantir a captação de uma grande quantidade de água também contribuem para a infiltração e a consequente recarga dos aquíferos.

## 5.3. Geologia e Hidrologia Subterrânea

A bacia de principal faz parte do Maciço da Serra da Malagueta, que é menos elevado do que o Maciço de Pico d'Antónia, e domina a parte norte da Ilha de Santiago.

A sul, as achadas Lém, Falcão, e Assomada o separam do maciço de Pico d'Antónia.

O seu limite geográfico, a sul, coincide com os afloramentos da formação dos Flamengos, da ribeira dos flamengos e da ribeira da barca.

O substrato hidrogeológico pouco permeável, que forma a base do escoamento subterrâneo, é constituído pelas formações do complexo eruptivo interno antigo (C.A.) e/ou pela formação dos flamengos.

De acordo com os estudos feitos o reservatório ou aquífero da bacia hidrográfica de principal se localiza, certamente, a partir dessas formações.

Todas as formações geológicas existentes na Ilha de Santiago, também são encontradas na bacia hidrográfica de principal.

As principais unidades hidrogeológicas

A semelhança de toda a Ilha e do Concelho de são Miguel, o esquema hidrogeológico da ribeira de principal engloba as três unidades hidrogeológicas:

- Unidade de base, formada pelo complexo antigo, ante – miocénico, muito compacto e pouco permeável, que retém uniformemente toda a água armazenada no aquífero.
- Unidade intermédia, formada pelo complexo eruptivo Principal (P.A.), compreende as grandes escoadas / mantos basálticos e piroclastos associados. Constitui o principal reservatório de água da Ilha e do arquipélago.
- Unidade recente, formada essencialmente por piroclastos e escoadas lávicas associadas, formam localmente uma cobertura muito permeável, que favorece a infiltração.

#### **5.4. O Inventário das Nascentes da Ribeira de Principal**

De acordo com os dados fornecidos pelo INGRH, na Ribeira de Principal existem muitas nascentes, principalmente nas sub-bacias de Gongon, Principal e Xáxa.



Essas nascentes apresentam características diferenciadas, no que diz respeito às coordenadas geográficas, à geologia, ao caudal e a utilização. Contudo, é conveniente realçar que a maior parte dessas nascentes são temporárias e apenas dão água durante o período das chuvas.

Por outro lado existem algumas nascentes que são permanentes, constituindo um recurso de extrema importância para o fornecimento da água na bacia hidrográfica de Principal. Apesar de tudo, constata-se que as entidades responsáveis não exercem um controlo eficaz nem da qualidade nem do caudal produzido por essas nascentes.



**Figura 9. – Nascente da Ribeira de Principal**



Quadro n.º 15 - Características das principais nascentes da bacia hidrográfica de Principal.

Local	Código	Altitude	Caudal	Utilização	Geologia
Gongon	51-119				
Gongon	51-120				
Gongon	51-021				
Gongon	51-122				
XaXa	51-123				
XaXa	51-124				
XaXa	51-125				
XaXa	51-126				
XaXa	51-127				
Gongon	51-128				
Gongon	51-129	139	130	REGA	Entre PA e CA
Principal	51-030				
Gongon	51-130	115	123	REGA	Entre PA e CA
Gongon	51-131	233	288	REGA	Entre PA e CA
Principal	51-132				
Principal	51-133				
Principal	51-134				
Principal	51-135	112		MISTO	Aluvião
Principal	51-136				
Alfarroba	51-137	140		AAP	Aluvião
Alfarroba	51-138	178		MISTO	Entre PA e CA
Principal	51-139				
Principal	51-040				
Principal	51-141	137		AAP	Entre PA e CA
Dalgueiro	51-142	180		REGA	Entre PA e CA
Dalgueiro	51-143		43	REGA	Entre PA e CA
Principal	51-144	196		REGA	Entre PA e CA
Tanquinho	51-145	204		REGA	Entre PA e CA
Tanquinho	51-146	220	30	MISTO	Entre PA e CA
Principal	51-147				
Principal	51-148				
Ribeirinha	51-149	333		AAP	Formação do PA
Principal	51-150				
Mafafa	51-151				
Principal	51-152				
Talaia	51-153				
Maton	51-154				
Principal	51-155	333	30	MISTO	Formação do PA
Serra Malagueta	51-156	381	22	MISTO	Formação do PA
Serra Malagueta	51-157	606		AAP	Formação do PA
Principal	51-158				
Principal	7611805	395	34	REGA	Formação do PA
Principal	51-278	351	108	REGA	Formação do PA
Mafafa	51-451	417	54	MISTO	Formação do PA
Ribeirinha	51-319	292		REGA	Entre PA e CA
Principal	51-276	248		MISTO	Formação do PA
Principal	51-918	104	0	REGA	Aluvião

Fonte: Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos – INGRH.

### **5.5. A Exploração e Gestão das Nascentes da Ribeira de Principal**

As nascentes são zonas que, devido as condições geológicas, geomorfológicas e climáticas favoráveis, a água brota naturalmente a superfície, podendo ser captada e utilizada para diversos fins. De um modo geral as nascentes da ribeira de Principal se localizam na região à montante e a maior parte delas são de carácter temporário, ou seja, surgem apenas no período das chuvas e desaparecem na época das secas. No que diz respeito às nascentes permanentes, é conveniente salientar que o seu caudal varia ao longo do ano, aumentando no período das águas e diminuindo consideravelmente no período das secas.

As nascentes da ribeira de principal são controladas pelo INGRH e localmente pelos SAAS de São Miguel. Porem, é bom realçar que existem algumas nascentes que não fazem parte dessa rede de controlo, devido à sua localização geográfica, em zonas de difícil acesso, ou então devido ao seu pequeno caudal.

Por outro lado o INGRH não impõe nenhuma regra de gestão dessas nascentes que, no entanto, são controlados e explorados pelos proprietários desses terrenos.

Em épocas de boas águas o caudal das nascentes aumenta, provocando um escoamento superficial que dura cerca de dois ou três meses. Essa água, em parte é captada e armazenada em alguns reservatórios, sendo posteriormente utilizada para a prática da agricultura e para o fabrico de aguardente. Todavia é conveniente lembrar que esses reservatórios são em número insuficiente e de um modo geral são muito pequenos, por isso, torna-se muito difícil a retenção de toda a água de escoamento superficial.

No que se refere ao consumo humano, as pessoas que habitam as regiões à montante da bacia utilizam água das nascentes, porém nem todas as nascentes possuem água de boa qualidade para o consumo, pois devido à falta de cuidados de algumas pessoas, à criação de gado, entre outras actividades algumas nascentes podem até estar contaminadas.

### 5.5.1. A Quantidade de Água Disponível

Estima-se que existem 2565 habitantes na bacia hidrográfica de principal. O abastecimento para as infraestruturas públicas de água consiste em três reservatórios com uma capacidade de armazenamento total de  $120 \text{ m}^3$ , ou seja, 45 litros por habitante, alimentados a partir de três furos, três das comumente chamadas “fontes”, e apenas uma ligação ao domicílio. A população não se beneficia de um sistema privado de distribuição da água.

Também possuem um reservatório de  $20 \text{ m}^3$ , que é alimentado a partir de camiões cisternas.

O caudal produzido pelos furos que abastecem essas infraestruturas é da ordem de  $12 \text{ m}^3 / \text{dia}$ . Se se repartir uniformemente para a população, este débito representa  $0,0047 \text{ m}^3 / \text{dia} / \text{habitante}$ , isto é, 4,7 litros / dia / habitante. Uma parte do caudal produzido é também utilizada para fins agrícolas.

### 5.5.2. A Utilização da Água

#### 5.5.2.1. Abastecimento Doméstico e Público

De acordo com as estimativas, apenas 28% da população da bacia têm acesso às infraestruturas de fornecimento da água potável, com uma capacidade que não ultrapassa os 15 litros / dia / habitante.

A qualidade de água na bacia hidrográfica de principal não é sistematicamente assegurada.

Cerca de 1847 pessoas, 72,5% da população da bacia, não têm acesso ao abastecimento público da água potável, por isso, recorrem a outras fontes tradicionais de abastecimento de água, sem a garantia de continuidade e sem nenhum controlo de qualidade, como por exemplo algumas nascentes não protegidas, poços, cisternas, canais de irrigação, etc., pondo em risco a sua própria saúde.

Em muito desses casos, mesmo havendo condições para a distribuição da água potável, a distancia e a geomorfologia da zona constituem um forte obstáculo e por outro lado, em

algumas zonas, as pessoas têm acesso fácil aos cursos de água (fontes tradicionais de água doce).

#### 5.5.2.2. A Utilização Agrícola da Água

Uma grande parte da água da bacia hidrográfica de principal é utilizada na agricultura. Nesta prática utiliza-se ainda, em grande parte, técnicas de irrigação tradicional, com uma gestão pouco eficiente das águas. Essas práticas têm como resultado um consumo excessivo de água e um rendimento geralmente fraco das culturas produzidas.

As pequenas explorações familiares dominam sobre a bacia, sendo a superfície média de irrigação efectivamente cultivada de 0,11 ha.

O abastecimento das explorações familiares se faz a partir da captação de 4 nascentes ( $107 \text{ m}^3$  / dia), de duas captações aluvionais ( $31 \text{ m}^3$  / dia), de dois poços ( $180 \text{ m}^3$  / dia) e dos furos, totalizando cerca de  $320 \text{ m}^3$  / dia.

Na bacia hidrográfica de Principal as técnicas de irrigação aplicadas são as tradicionais e se praticam sem se preocupar com o tipo de planta nem com as propriedades do solo, o que constitui um desperdício de água com prejuízos na produção agrícola.

#### 5.5.3. A Qualidade da Água

Na verdade, pode se considerar que água pura não existe. Ela tem a sua origem no ciclo hidrológico a partir da combinação de átomos de oxigénio e hidrogénio.

A água das chuvas durante o seu percurso dissolve anidrido carbónico e oxigénio, arrasta poeiras e absorve até fumos e outras impurezas.

A sua qualidade depende vários factores, tais como:

- ❖ As condições atmosféricas
- ❖ A litologia da região onde se encontra
- ❖ A sua velocidade de circulação
- ❖ O movimento de substancias transportadas Pela mesma, etc.

A qualidade da água está directamente relacionada com o tipo de substância dissolvida e com a quantidade dessa impureza que ela tiver, o que determina de certa forma as características da água.



São consideradas impurezas as seguintes substancias:

- ❖ Gases – anidrido carbónico, azoto, metano, anidrido sulfúrico, etc.
- ❖ Sais dissolvidos – cálcio, magnésio, ferro, sódio, etc.
- ❖ Matérias em suspensão – bactérias, algas, protozoários, fungos, entre outros.

Contudo, deve-se salientar que nem todas as impurezas são prejudiciais para a qualidade da água, havendo outras que até são benéficas, conferindo à água de consumo características próprias como por exemplo o sabor.

A qualidade da água depende do seu percurso durante o ciclo hidrológico podendo sofrer posteriormente alterações na sua constituição durante o escoamento superficial, armazenamento, tratamento e até mesmo durante a sua utilização.

Segundo as normas da OMS, a qualidade da água e os seus parâmetros são classificados tendo em conta os seguintes critérios:

-  Físico químicos
-  Bacteriológicos

Os critérios físico-químicos com os aspectos apreendidos pelos órgãos dos sentidos, como a aparência, o cheiro, a temperatura e o gosto. Essas características dependem grandemente da superfície atravessada pela água e estão relacionadas com a presença se algumas substancias químicas como os carbonatos, sulfatos, cloratos, entre outras substancias provenientes das rocha e dos solos vizinhos.

Alguns dos componentes químicos quando presentes em percentagem elevada podem comprometer a qualidade da água, mudando algumas das suas propriedades, podendo também causar problema à saúde pública.

A qualidade biológica por sua vez diz respeito a características que envolvem as diferentes formas de vida, animais e vegetais presentes na água.

#### 5.5.3.1. Impacto da Qualidade da Água sobre a Saúde

Como e do conhecimento geral, a água é utilizada para diferentes fins, estando muitas vezes diretamente relacionada com a nossa saúde.

A água pode constituir um foco importante de transmissão de doenças, tanto por via oral como pela via cutâneo-mucosa.

A água quando mal conservada pode se tornar um lugar propício para a criação e a proliferação de certos organismos patogénicos, que transmitem doenças. Por outro lado o excesso de produtos químicos na água também contribui para a sua contaminação e para o surgimento de doenças diversas.

### 5.6. Cheias e Inundações e Suas Consequências

As cheias são certas e geralmente são consideradas como um perigo. Mas, no entanto, as potencialidades em água, que surgem no período das chuvas são muito importantes.

Estima-se que, na região em estudo, as cheias ocorrem, em média, duas vezes por ano. Essas potencialidades hídricas podiam ser melhor aproveitadas, se houvessem na região infraestruturas adequadas para a captação e armazenamento das águas superficiais, evitando a sua perda para o mar e contribuindo para a recarga do aquífero.

Noutro caso, em anos de boas águas, ou seja, de chuvas excepcionalmente abundantes, a água das cheias pode ser captada, constituindo assim um verdadeiro recurso, com stocks em reservatórios naturais, susceptíveis de serem explorados durante muitos anos.

Pela sua frequência e pela sua extrema violência as cheias constituem um verdadeiro perigo:

- Transformam radicalmente as paisagens e modificam o leito das ribeiras que torna muito difíceis as condições de alojamento e movimentação das populações.

- Elas se acompanham de um transtorno no balanço de materiais sólidos e solúveis por elas transportados.
- As obras antigas ou mal conservadas, face às cheias violentas, são igualmente um obstáculo para o equilíbrio natural particularmente frágil. Estas obras apresentam uma certa vulnerabilidade ou avaria no seu dimensionamento, existindo o perigo para todas as obras construídas junto das ribeiras que correm o risco de serem destruídas.
- Os fortes declives provocam os regimes torrenciais e uma concentração rápida das águas nas ribeiras e nas zonas mais vulneráveis.

As ribeiras são frequentemente afectadas pelas torrentes de montanha, de pequenas densidades, mas que recebe uma grande quantidade de águas em caso de chuvas extremas, provocando muitos danos. A erosão é também provocada por chuvas demoradas, de intensidades moderadas, e por um regime de escoamento torrencial nos leitos de forte inclinação.

A presença de zonas degradadas em certos flancos do maciço provoca uma erosão aparente nos cursos de água. As zonas de maior sensibilidade à erosão são as partes médias (solos esqueléticos, inclinações fortes, vegetação instável, técnicas artesanais de conservação dos solos, mal ou pouco conservados).

As duas zonas a montante (vertente do maciço onde existe uma grande cobertura florestal) e a jusante (ao pé do monte com fraca inclinação) são menos vulneráveis.

### **5.7. Trabalhos de Protecção do Solo e Retenção das Águas Superficiais**

A bacia de Principal apresenta um défice de estruturas de conservação dos solos. As vertentes tratadas são pouco representativas, e as ravinas tratadas são pouco numerosas, tendo em conta a elevada densidade de drenagem.

A geomorfologia da bacia hidrográfica de Principal é um dos principais obstáculos para a execução das infraestruturas no sector da conservação do solo e das águas. Por conseguinte as

obras de conservação do solo e das águas se concentram nas zonas de fácil acesso e não nas zonas de maior risco.

Ao nível da vertente da bacia de principal, a captação das águas superficiais é feita por um número reduzido de infraestruturas de protecção das vertentes e dos canais principais.

Os diques que se encontram na bacia são pequenos e a maior parte é feita de pedras secas que servem para proteger as ravinas.

No que concerne à conservação das águas e dos solos, as estruturas de conservação presentes na bacia hidrográfica de Principal são tradicionalmente utilizadas no tratamento das vertentes e também na correcção torrencial. Essas estruturas contribuem para a redução do transporte de sólidos e para o aumento da infiltração, e consequentemente originam uma grande disponibilidade hídrica, que é utilizada para a prática da agricultura.

As estruturas mecânicas de conservação dos solos e das águas mais frequentes na ribeira de principal são: Murretes, Diques de correcção torrencial, Diques de captação e Banquetas.

Essas estruturas são, normalmente, acompanhadas de sistemas de escavações ou sulcos, que captam a água, para a irrigação periódica das culturas. Constatase que na região não há uma tradição da construção de cisternas familiares para a captação da água das chuvas. Pois, estima-se que mais de 80% das precipitações desta bacia hidrográfica se escoam para o mar, por causa da inexistência de infra-estruturas adequadas de captação e armazenamento do potencial das águas superficiais.

Nesta bacia hidrográfica destaca-se o trabalho dos camponeses sem a comparticipação do estado, na construção voluntária de murretes para a conservação dos solos.

Relativamente às banquetas, essas estruturas mecânicas apresentam uma maior eficácia na conservação dos solos das vertentes e de outras zonas preferidas pelos camponeses da zona. As vertentes tratadas com murretes representam apenas 33 ha da superfície disponível. A maior parte dos diques da bacia hidrográfica de principal se localiza nas zonas mais altas da ribeira e ficam relativamente próximas, permitindo o desenvolvimento de actividades



agrícolas na superfície a montante, contribuindo também na aceleração das descargas superficiais.

Contudo deve-se lembrar que na bacia de principal existem poucas estruturas de conservação dos solos.

#### 5.7.1. Obras Para a Captação das Águas Superficiais

O diagnóstico da bacia de principal mostra um número reduzido de infraestruturas de protecção das vertentes e dos principais cursos de água. Apesar da grande densidade de drenagem e dos numerosos ravinamentos verificados na maior parte dos cursos de água, especialmente nas zonas a montante, nota-se a existência de poucas infraestruturas de conservação das águas.

Deve-se ainda registar que, os diques existentes são pequenos e feitos de pedras secas para a protecção das ravinas, havendo apenas um único dique de captação das águas superficiais. No entanto, constata-se que, todos os anos após a estação das chuvas, o débito de base dos cursos de água continua a escoar até ao mar, durante um período de dois a três meses. Este escoamento ajuda na irrigação temporária dos micro – terraços, evitando assim que toda a água de escoamento se perca para o mar.

#### **Os Canais**

Os canais encontrados na baía de principal são muito irregulares, e normalmente abertos, o que dificulta o transporte da água e a utilização eficaz deste recurso tão raro.



**Figura 10. – Canais utilizados para o transporte das águas superficiais**

Na bacia hidrográfica de principal, apenas 500 metros de canais estão construídos até agora. No entanto existem outros canais construídos tradicionalmente a partir da preparação do terreno, permitindo assim o transporte da água para distâncias consideráveis

Deve-se registar que nos dois sistemas de canais a perda de água por evaporação e infiltração é considerável.

### **Os Reservatórios**

O número de reservatórios encontrados na bacia hidrográfica de Principal é manifestamente insuficiente para a mobilização e armazenamento da água para o consumo doméstico e para a prática agrícola. A maior parte dos reservatórios são de pequenas dimensões e estão quase sempre associados à produção de aguardente.



**Figura 11. – Pequeno reservatório para a captação da água de uma nascente**

O quadro 16 apresenta algumas características dos reservatórios da bacia de Principal.

COD.RESERV.	NOM.LOCAL.	ESTAD.CONS.	CAPACIDAD.	FUNCIONAM	CONTADOR	ALTITUDE
R76-067	Principal	BOM	40	SIM	SIM	332
R76-068	Principal	RAZOAVEL	40	SIM	SIM	350
R76-069	Principal	RAZOAVEL	60	SIM	SIM	310
R76-070	Mato	BOM	30	SIM	NÃO	392
R76-071	Mato	BOM	100	SIM	SIM	280
R76-072	Ribeirinha	BOM	30	SIM	SIM	418
R76-073	Principal	BOM	40	SIM	SIM	249
R76-074	Principal	BOM	40	SIM	NÃO	160
R76-075	Principal	BOM	100	SIM	SIM	205
R76-076	Principal	RAZOAVEL	20	NÃO	NÃO	77
R76-077	Gongon	RAZOAVEL	200	SIM	SIM	120
R76-078	Gongon	BOM	40	SIM	NÃO	205
R76-079	Gongon	BOM	40	SIM	SIM	123
R76-080	Hortelã	BOM	60	NÃO	NÃO	87
R76-081	Hortelã	BOM	60	SIM	SIM	80
R76-082	Hortelã	BOM	60	SIM	NÃO	95
R76-083	Hortelã	BOM	40	SIM	SIM	135
R76-084	Principal	BOM	80	SIM	NÃO	05
R76-085	Principal	BOM	80	SIM	NÃO	10
R76-086	Principal	BOM	80	SIM	NÃO	03
R76-087	Principal	BOM	80	SIM	NÃO	03
R76-088	Garçote	BOM	20	SIM	SIM	154

Fonte: Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos – INGRH.

Actualmente, no sistema de abastecimento de água para o consumo doméstico, não se recorre aos reservatórios. Pois, estima-se que a sua capacidade é inferior a 100m<sup>3</sup>, insuficiente para o abastecimento da população local.

#### 5.7.2. Obras Para a Conservação das Águas e do Solo

O facto que a bacia hidrográfica de Principal apresenta uma geomorfologia muito acidentada, com riscos elevados de erosão e de escorrência superficial nas vertentes, e que as estruturas de conservação dos solos estão em maior parte dispersas demonstra claramente a inexistência de um plano integrado de conservação de recursos naturais, como a água e os solos.

As intervenções feitas, após a independência, no domínio da conservação do solo e das águas na bacia reflectem a preocupação do Estado em promover a criação de empregos públicos. Nota-se, no entanto, que esta estratégia foi feita sem nenhuma planificação ou estudo prévio, nomeadamente, na escolha do sítio de intervenção e no tipo de infra-estruturas a implantar.

Da avaliação feita, pode-se concluir que os camponeses têm uma percepção positiva do papel das infra-estruturas de conservação dos solos e das águas. Contudo, eles não têm nenhum interesse na manutenção dessas infra-estruturas, porque consideram que a manutenção e a reparação são o trabalho do Estado.

### **As Banquetas**

As banquetas são escavações de profundidades variáveis efectuadas sobre as curvas de nível ao longo do perfil topográfico das vertentes.

Uma das vantagens da utilização das banquetas, como estrutura de conservação dos solos, reside no facto de que elas contribuem na redução do comprimento das vertentes, tendo como impacto a diminuição e a retenção do escoamento superficial.

A banquetta é um obstáculo ao escoamento da superfície que aumenta o tempo de concentração das águas provenientes do escoamento superficial a montante.

O espaçamento entre as banquetas varia conforme a inclinação das vertentes onde elas são implantadas.

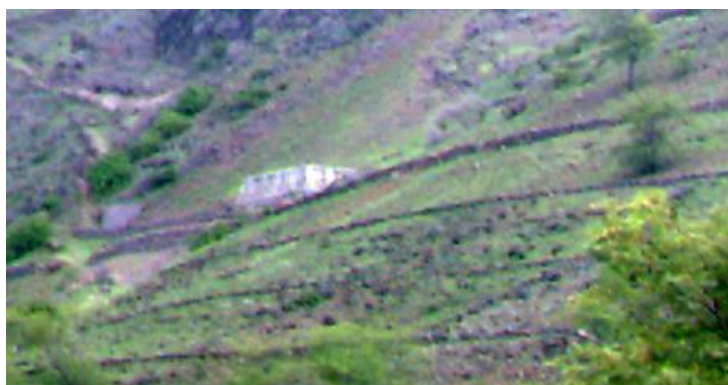
Na bacia de Principal existem algumas evidências da utilização desta técnica de conservação das vertentes.

A plantação de espécies arbustivas (*cajanus Cajan*) contribui para consolidação das banquetas e favorece ainda a infiltração da água das chuvas. Mesmo assim se reconhece que a durabilidade e eficácia das banquetas depende do carácter erosivo das chuvas.

### **As Murretes**

As murretes são taludes construídas em pedras secas de 0,5 a 1m de altura, de secção trapezoidal, mas que na base é mais longa do que a parte de cima. Elas são implantadas nas fossas abertas, por baixo da linha inicial do perfil transversal das vertentes, para uma melhor estabilidade a fim de suportar a pressão da água e dos sedimentos que vão se acumular a montante.

Em comparação com as banquetas essas estruturas mecânicas apresentam uma maior eficácia na conservação dos solos das vertentes, e são as preferidas pelos camponeses da zona.



Por causa dos custos associados ao

**Figura 12. – Murretes como obras de protecção das vertentes**

transporte dos materiais, as murretes são normalmente construídas em zonas onde as pedras são disponíveis. A edificação dessas estruturas exige a mobilização de importantes recursos financeiros, por isso, na região em estudo representam apenas 1,4% (33ha) da superfície disponível.

### Os Diques

Os diques são estruturas que podem ser feitas em pedras secas ou em gabião, normalmente utilizados no tratamento das ravinas e das ribeiras.

Essas estruturas têm como função fundamental a redução da inclinação dos canais e das ravinas, pois o objectivo é diminuir a velocidade e escoamento e permitir a infiltração das águas superficiais.



Constata-se ainda que, a maior parte dos diques da bacia hidrográfica de Principal

**Figura 13. – Diques como obras de correcção torrencial**

se localizam em zonas altas, permitindo a correcção das vertentes e o desenvolvimento de actividades agrícolas nas superfícies a montante. Por outro lado, também contribuem na aceleração das descargas superficiais.

A altura dos diques varia entre 1 a 4 metros, mas, deve-se realçar que a distância entre os diques não obedece a nenhum critério técnico, contribuindo, em certos casos, no aumento do poder erosivo e de transporte das águas superficiais.

### 5.7.3. Classificação dos Solos

Na classificação dos solos de Principal, o estudo generalizado dos solos, realizado por Faria (1970), o levantamento das diferentes unidades litológicas feito durante a prospecção sobre o terreno tem servido de referência.

Em certos casos, o recurso ao atlas dos recursos naturais da ilha de Santiago (1996) ajudaram a confirmar alguns aspectos.

Do ponto de vista pedológico, os principais tipos de solos presentes são os litossolos, os Isohúmicos marrons, as aluviões modernas, os vertissolos e os solos para-ferralíticos, com grande ou pequena representatividade, conforme as formas da superfície.

Em Principal, à semelhança de toda a Ilha de Santiago, os solos brutos e pouco evoluídos de erosão, em particular os litossolos, são solos dominantes quer em unidades simples quer em associação com os solos marrons rougeâtres, os solos chatain (normal e rougeâtre).

A tabela seguinte apresenta as classes dos solos identificados na bacia, de acordo com as designações de Faria (1975) e a sua correspondência com a classificação dos E.U.A. (1975) e o sistema de F.A.O. / UNESCO e a superfície ocupada em ha.

**Quadro 17 – Classe dos solos**

Faria (1970)	FAO/UNESCO (1968)	Soil survey US (1975)	Características dos solos	Superfície (em ha)	%
Litossolos	Litosols entriques	Entisols	São solos recentes e pouco evoluídos.	1727 (341)	72 (14)
Aluviões modernas	Fluvisols	Entisols	Solos aluviais e sem horizonte de diagnostico. Pode ser encontrado em	51	2

			qualquer clima.		
Solos iso-humicos	Castanozens	Aridisols	Solos com incorporação de matéria orgânica.	16 (22)	0,7 (0,9)
Vertissolos	Vertisols	Vertisols	Solos ricos em argila, que se dilatam quando molhados e se fracturam quando secos.	37	2
Solos para-ferralíticos	.....	.....	Solos muito corados (ocre vermelho) ricos em óxidos de ferro.	20 (160)	0,8 (7)
Total				2375	100

(1) – Adaptado de faria (1970), Diniz de Matos (1986) e Atlas de Santiago (1996).

(2) – As percentagens das unidades dos solos são dadas em função de unidades simples e os valores entre parênteses correspondem às associações.

### 5.7.3.1. A Vocação dos Solos

Estudos multicriteriais feitos sobre a ribeira de Principal permitem dividir os solos em quatro classes seguintes:

#### Solos para a agricultura de regadio

São encontrados em zonas consideradas potencialmente irrigáveis, como as aluviões, independentemente da situação bioclimática. A prática da irrigação é condicionada pela disponibilidade de água nos solos.

#### Solos para a agricultura de sequeiro

São considerados solos cultiváveis, aqueles cujas inclinações estão compreendidas entre 40% e 70%, com um declive médio de 50%.

Sobre esses solos a população pratica a agricultura de sequeiro durante a estação das chuvas, com o cultivo de produtos como milho, feijão, batata-doce, etc.

#### Solos para as práticas pastorícias



São considerados os solos das zonas húmidas a zonas áridas, cultivados entre 10% e 70%. Caracterizados por um relevo acentuado, com grande heterogeneidade e alta susceptibilidade à erosão e/ ou à aridez.

Os solos que não podem ser valorizados ou utilizados como campos de pastagem, devido aos contrastes/ obstáculos topográficos ou de aridez, são considerados como áreas silvo-pastorícias.

#### Solos inaptos para a utilização agrícola

Engloba os afloramentos rochosos, os relevos muito acidentados e os solos de zonas muito áridas, próximas do litoral.

**Quadro 18 – Diferentes formas de ocupação dos solos, a sua vulnerabilidade à erosão e a superfície em ha.**

<b>Riscos de erosão e exploração dos solos</b>	
Agricultura de sequeiro	1222 ha
Agricultura de regadio	95 ha
Silvicultura	89 ha
Superfícies incultas e inaptas para a agricultura	727 ha
Superfície com elevado risco de erosão	969 ha
Superfície com risco moderado de erosão	1.015 ha
Superfícies protegidas (murretes)	33 ha

#### 5.7.2. A Exploração Agrícola e os Impactes Ambientais

Como se sabe a Ribeira de Principal assim como a maioria das zonas do interior da ilha de Santiago, grande parte da população depende da agricultura.

A prática da agricultura nessa bacia constitui a principal actividade, contudo deve-se assinalar que essas práticas são condicionadas pela geomorfologia, uma vez que, o relevo da região é



bastante acidentado, com encostas muito declivosas, principalmente nas zonas a montante, o que dificulta e muito o trabalho dos camponeses.

Na Ribeira de Principal, pela sua localização, ao pé do Maciço da Serra da malagueta, existe uma boa disponibilidade hídrica, tanto superficial como subterrânea, que de uma certa forma são desaproveitados. Os recursos superficiais se perdem em grande parte para o mar, devido à falta de dispositivos de retenção e armazenamento, enquanto que as águas subterrâneas são pouco exploradas.

A exploração dos poços é feita a partir da bombagem, com pequenos geradores, em que nem sempre se têm os devidos cuidados com a utilização dos combustíveis, que às vezes se espalham nos arredores dos poços ou até mesmo no interior dos poços. Essa situação contribui para a contaminação da água, podendo trazer prejuízos para a agricultura e até mesmo para a saúde das populações.

A prática da agricultura é baseada em técnicas tradicionais, muito antigas, não obedecendo a nenhum critério técnico. As propriedades, quase na sua totalidade, pertencem às famílias, que praticam uma agricultura de subsistência, não se preocupando em saber das potencialidades agrícolas da região.

As técnicas tradicionais utilizadas ao longo dos tempos continuam a ser os mesmos, assim como nas outras zonas da ilha de Santiago. Essas técnicas executadas de forma rústica e geralmente são mal ou não são actualizadas, constituem um dos factores de agravamento da situação das vertentes instáveis e abruptas.

O facto da agricultura ser de subsistência, ou seja, destinada apenas ao consumo das famílias, faz com que haja algum desleixo na prática da agricultura. A irrigação é quase a 100% feita por alagamento, com excepção de algumas áreas restritas onde se utiliza a rega gota a gota. Nota-se ainda que em muitos casos as culturas carecem de alguns cuidados, que seriam fundamentais para, melhorar a sua produtividade.

A agricultura nas vertentes é feita graças a alguns trabalhos de correcção torrencial, com a construção de banquetas, murretes, diques, etc., que diminuem a escorrência superficial e

favorecem algumas explorações agrícolas. A plantação de árvores também ajuda na protecção das vertentes.

Em algumas zonas pode-se constatar que, devido à falta de terras aráveis, as pessoas procedem ao desmatamento, ou seja, ao corte das árvores, com o intuito de encontrar mais espaço para a prática da agricultura. Essas acções contribuem de alguma forma para a degradação do meio ambiente, provocando com certeza alguns desequilíbrios nos ecossistemas naturais.

Na região a jusante a prática da agricultura, já bem mais organizada, é feita em alguns antigos terraços fluviais, que se localizam junto do leito da ribeira. Essas práticas são possíveis graças aos trabalhos de correcção torrencial feitos na parte terminal da bacia, dando à zona de “boca ribeira” um aspecto verdejante e muito bonito.

Os principais produtos cultivados são: mandioca, batata-doce, algumas árvores de frutos e a cana-de-açúcar, que é muito utilizada para a produção da aguardente. O tratamento das vertentes e as práticas agrícolas contribuem, de certa forma para o embelezamento das paisagens, transformando a ribeira de principal numa zona agradável para se visitar.

#### 5.7.3. Necessidade da Implementação de uma Barragem na Ribeira de Principal

Desde os tempos antigos que em cabo verde praticamente toda a água utilizada e extraída do subsolo, ou seja a águas subterrâneas. Com isso, nota-se evidentemente que pouca coisa se tem feito no que diz respeito à captação e exploração dos recursos hídricos superficiais.

Actualmente a exploração dos recursos hídricos subterrâneos em alguns casos tem sido insuficiente devido a falta de chuva ou então a sobre-exploração, factores que podem conduzir a desertificação ou a contaminação salina. Por isso, a politica actual do governo está voltada para a exploração das águas superficiais através da construção de barragens que ajudam na captação e armazenamento desses recursos.

A ideia da exploração dos recursos hídricos superficiais e da construção de barragens já vem de algum tempo, mas infelizmente a sua execução exige avultados recursos financeiros inviabilizando a maior parte dos estudos afectados. Porém alguma coisa se fez com a

construção de alguns dispositivos de protecção das vertentes e de correcção torrencial, o que se revelou insuficiente, pois não permitem a captação e exploração das águas superficiais.

Na ribeira de principal o aproveitamento das águas de escoamento superficial na época das chuvas não é feito de forma racional, pois grande parte desse recurso se perde para o mar. Contudo, é conveniente referir que no curso da ribeira de Principal existe uma zona que apresenta boas condições para a construção de uma barragem. Na região de “apertado” a geomorfologia favorece, pois é uma zona muito estreita e recebe uma grande quantidade de água proveniente dos principais afluentes da Ribeira de Principal “Gongon, Xáxa, etc.”, que se situam a montante, ao pé do maciço montanhoso da Malagueta.

No que se refere a geologia na zona é constituída por mantos basálticos subaéreos e no leito da ribeira uma espessa camada de aluviões, que facilita de certa forma a infiltração da água e a recarga do aquífero.

O facto da bacia se localizar no sopé do maciço da malagueta, a uma grande altitude, faz com que a região de principal tenha uma boa capacidade de precipitação.

Na zona que se pretende construir a barragem as condições geológicas e geomorfológicas favorecem o escoamento e infiltração das águas superficiais. No entanto, é necessário a programação e execução de algumas obras de correcção torrencial e protecção das vertentes que se localizam a montante, com destaque as zonas que envolvem a futura albufeira.



**Figura 14. – Zona cujas características favorecem à construção de uma barragem**

A execução da barragem certamente que vai trazer benefícios para a população local, pois aumenta a disponibilidade hídrica à superfície e contribui para a recarga do aquífero a jusante da barragem. Por outro lado também permitem aumentar os campos de cultivo que em muitos casos passam de sequeiro para a prática de regadio, aumentando assim a produtividade.

Também é conveniente realçar que a região da barragem fica relativamente próxima de uma moradia podendo por em risco estabilidade da população. Por isso, é necessário construir obras de correcção torrencial e das vertentes de modo a permitir a diminuição da velocidade das águas e o transporte de partículas sólidas em caso de precipitações em regime torrencial.

Os programas de reflorestação também constituem um elemento importante neste contexto uma vez que contribui para a retenção das águas e diminui o processo de erosão costeira dos solos diminuindo assim a acumulação de sedimentos na zona da albufeira

## **Conclusões**

Durante a realização deste trabalho foram encontrados constrangimentos diversos, principalmente no que se refere à aquisição de informações. Este facto deve-se essencialmente à vastidão da bacia hidrográfica de Principal, o que dificulta de certa forma os trabalhos de campo. Contudo, com algum esforço, depois de consultar algumas bibliografias recomendadas e outras fontes de dados, apresentamos este trabalho que esperamos ir de encontro às expectativas, dentro dos objectivos preconizados.

Este estudo nos permite concluir que na Ribeira de Principal existem recursos hídricos em quantidades razoavelmente boas, contudo, o seu controlo de exploração não parece ser o mais adequado.

Ao longo das vertentes e no curso das ribeiras é notória a implementação de alguns dispositivos de correcção torrencial, medida que deve ser continuada, pois contribui para a protecção dos solos para além de ajudar na captação das águas superficiais.

Por fim deve-se destacar a necessidade de se aproveitar ao máximo as águas de escorrência superficial, evitando que estas se percam para o mar. a construção de uma barragem facilitaria a exploração das águas superficiais e ao mesmo tempo permite continuar a exploração das águas subterrâneas, uma vez que esta infra-estruturas também contribui para a infiltração e a consequente recarga do aquífero.

## Recomendações

A execução deste trabalho ajudou grandemente no enquadramento da situação dos recursos hídricos na ribeira de Principal, principalmente no que se refere às águas superficiais.

Nessa óptica achamos conveniente fazer as seguintes recomendações:

- Deve-se promover campanhas no sentido de melhorar a cultura hídrica das populações.
- Deve-se fazer um uso racional dos recursos hídricos.
- Que se implemente técnicas modernas de irrigação, como forma de evitar o desperdício da água na prática da agricultura.
- Deve-se continuar a construção de dispositivos de correção torrencial, pois estes diminuem a erosão e contribuem para a conservação dos solos.
- Há uma necessidade da construção de dispositivos de retenção e armazenamento das águas superficiais, com a construção de barragens, evitando a perda dessas águas para o mar.

## BIBLIOGRAFIA

- **AMARAL**, Ilídio – Santiago de Cabo Verde, A Terra e os Homens – Lisboa, 1964.
- **BEBIANO**, Bacelar – A Geologia do Arquipélago de Cabo Verde, Lisboa – 1932.
- **CRISTOFOLETTI**, António – Geomorfologia, São Paulo, Eduard Blucher, 1936, 2ª edição.
- Schéma Directeur, pour la mise en valeur des ressources en eau (1993 – 2005), Volume 1.
- **MOTA GOMES**, Alberto e Colaboradores – Abastecimento em água à população de São Miguel.
- Estudo Sobre o Desenvolvimento da Água Subterrânea na ilha de Santiago, Relatório Final, Volume I Sumário, Setembro de 1999, AJCI/INGRH.
- **MONTEIRO**, M. Marques, Caracterização das Grandes Unidades Geomorfológicas da Ilha de Santiago, Centro de Estudo de Pedologia (IICT), Lisboa, 1990.
- **MOTA GOMES**, Alberto, A Hidrogeologia da Ilha de Santiago, Praia 1980
- Schéma Directeur BV Principal 2005.
- **RODRIGUES LAPA**, M. – A Terra como fonte de recursos, Noções gerais de pedologia, Departamento de Ciências da Terra – Universidade de Lisboa.
- **SERRALHEIRO**, António, A Geologia da Ilha de Santiago (Cabo Verde), Lisboa 1976

**Outras fontes de pesquisa dos dados:**

- ☞ Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos – INGRH.
- ☞ Instituto Nacional de Investigação e desenvolvimento Agrário – INIDA.
- ☞ Instituto Nacional de Estatísticas – INE.
- ☞ Instituto Superior de Educação – ISE.
- ☞ Ministério das Infraestruturas e Transportes – MIT.
- ☞ Serviços Autónomos de Água e Saneamento de S. Miguel – SAAS.



